

Парадигма развития науки

А. Е. Кононюк

Истины и информация

**(Фундаментальная теория
представления истин и информации)**

Книга 1

Представление истин

**Киев
«Освіта України»
2016**



Кононюк Анатолий Ефимович

Не познав информацию не познаешь истину



Структурная схема парадигмы развития науки



УДК 51 (075.8)
ББК В161.я7
К65

Рецензент:

Н.К.Печурин - д-р техн. наук, проф. (Национальный авиационный университет).

Кононюк А. Е.

К213 Истины и информация. — В 16-и кн. Кн.1. — К.:Освіта України. 2016.—568 с.

ISBN 978-966-373-693-8 (многотомное издание)

ISBN 978-966-373-694-5 (книга 1)

Многотомная работа посвящена систематическому изложению общих формализмов, математических моделей и алгоритмических методов, которые могут быть используемых при моделировании и исследованиях математических моделей истин и информации.

Развиваются представления и методы решения, основанные на теориях эвристического поиска и автоматическом доказательстве теорем, а также процедуральные методы, базирующиеся на классе проблемно-ориентированных языков, сочетающих свойства языков программирования и автоматических решателей задач отображения истин и информации различными математическими средствами.

В работе излагаются основы теории отображения истин и информации такими математическими дисциплинами как: множества, отношения, поверхности, пространства, алгебраические системы, матрицы, графы, математическая логика и др.

Для бакалавров, специалистов, магистров, аспирантов, докторантов всех специальностей.

УДК 51 (075.8)
ББК В161.я7

ISBN 978-966-373-693-8 (многотомное издание) © Кононюк А. Е., 2016
ISBN 978-966-373-694-5 (книга 1) © Освіта України, 2016

Оглавление

Введение.....	11
1. Определения понятий истин.....	14
1. 1. Структура формальных определений истин.....	15
1. 2. Некоторые конкретные определения понятий истин.....	19
1. 3. Определяемые истины.....	21
1. 4. Некоторые свойства и особенности определений истин.....	22
1. 5. Нотация определений истин.....	23
1.6. Элементарные истины.....	24
2. Введение в теорию определений истин.....	32
2.1. Общие положения.....	32
2.1.1. О термине «истина».....	32
2.1.2. Критерии определения истины.....	35
2.2. Характеристика признаков объектных и процессных истин.....	39
2.2.1. Объект как предмет истины.....	47
2.2.2. Процесс как предмет истины.....	50
2.2.3. Овеществленный объект (вещество) как предмет истины.....	53
2.2.4. Корректные формы образования истин.....	56
2.2.5. Последовательность выявления отличительных признаков истин.....	61
2.2.6. Методика и последовательность выявления признаков, используемых при разработке истин.....	65
2.3. Описания понятий истин.....	66
2.3.1. Описание разрабатываемого понятия истины.....	68
2.3.2. Графические изображения.....	76
2.4. Определение понятия истины как его формула.....	80
2.4.1. Назначение формулы определения понятия истины.....	80
2.4.2. Основные требования, предъявляемые к формуле определения понятия истин и его разработки.....	81
2.4.3. Правила составления многозвенной формулы определения понятия истины.....	88
2.4.4. Общие правила составления первого звена формулы определения понятия истины или однозвенной формулы определения понятия истины.....	90
2.4.5. Структура первого звена формулы определения понятия истины или однозвенной формулы.....	93
2.4.6. Структура дополнительных звеньев формулы определения понятия истины.....	99
2.4.7. Формула определения дополнительного понятия истины.....	100

2.4.8. Особенности составления формулы определения понятия истины на различные предметы понятия истины.....	101
2.4.9. Использование функциональных признаков в формуле определения понятия для характеристики предметов понятий истин.....	104
2.4.10. Отражение в формуле определения понятия истины альтернативных признаков.....	109
2.4.11. Отражение в формуле определения понятия истины математических зависимостей.....	112
2.4.12. Теория эквивалентов и формула определения понятия истины.....	114
2.4.13. Выбор вида предмета понятия истины для отображения его в формуле определения понятия истины.....	115
2.4.14. Единство понятия истины.....	116
2.4.15. Комплексные понятия истины.....	120
3. Виды определений понятий истин.....	122
3.1. Номинальные и реальные определения понятий истин.....	122
3.2. Семантические и синтаксические определения понятий истин.....	138
3.3. Аналитические и синтетические определения понятий истин.....	143
3.4. Явные и неявные определения понятий истин.....	147
3.5. Дескрипции и дескриптивные определения понятий истин.....	156
3.6. Контекстуальные определения понятий истин.....	160
3.7. Классификационные и генетические определения понятий истин.....	165
3.8. Определения понятий истин через абстракцию.....	168
3.9. Непредикативные и предикативные определения понятий истин.....	171
3.10. Экстенциональные и интенциональные определения понятий истин.....	174
3.11. Остенсивные и вербальные определения понятий истин.....	175
3.12. Лингвистические и концептуальные определения понятий истин.....	181
3.13. Повседневные и теоретические определения понятий истин.....	182
3.14. Полные и неполные определения понятий истин.....	184
3.15. Различные подходы к значению понятия «определение».....	185
3.16. О дефиниции определения понятия истины в широком и узком смысле.....	189
3.17. Правила формирования определений понятий истин.....	192
4. Семиотическая теория определений понятий истин.....	202
4.1. Язык, диалект, речь.....	203
4.2. Исходный язык и язык расширенный.....	212
4.3. Расширение естественных языков.....	217

4.4. Семиотическая интерпретация акта определения понятия истины	222
4.5. Остенсивное усвоение имени.....	240
4.6. Составные элементы и этапы остенсивного определения понятия истины.....	241
4.7. Познавательная ценность и функции остенсивных определений понятий истин.....	244
4.8. Различные взгляды на остенсивные определения понятий истин.....	247
4.9. Семиотический подход к остенсивным определениям понятий истин.....	254
5. Операциональные определения.....	259
5.1. Операциональные определения и операционализм П. У. Бриджмена.....	261
5.2. О понятиях теории действия.....	263
5.3. Теория действия и составные элементы операциональных определений.....	264
5.4. Операциональные определения и предложения редукции	279
5.5. Операциональные определения и измерения.....	282
6. Познавательные функции определений.....	285
6.1. Альтернативные оценки роли определений.....	285
6.2. Определение и практическая деятельность.....	291
6.3. Определение, язык и познание.....	292
6.4. Определение и исчисление.....	296
6.5. Определение и аксиоматизация.....	299
6.6. Определение и обучение.....	304
7. Методы формулирования аналитических определений.....	308
7.1. Методы формулирования аналитических определений на уровне естественного языка.....	308
7.2. Методы формулирования творческих синтетических определений.....	312
7.3. Процессы конструктивизации действительности и трудности формулирования определений.....	314
7.4. Экземплярные определения.....	322
7.5. Экстенциональное равенство определений и его ограниченность.....	327
7.6. Определение и проблема более существенного и менее существенного признака.....	331
8. О применимости к определениям истинностных оценок.....	338

8.1. Постановка вопроса о применимости к определениям истинностных оценок в истории философии.....	338
8.2. Различные виды определений и применимость к ним истинностных оценок.....	340
8.3. Неистинные реальные определения.....	347
9. Правила введения и удаления знаковых выражений вводимых посредством определений.....	352
9.1. Правила введения и удаления на уровне естественного языка.....	352
9.2. Правила введения и удаления на уровне науки.....	354
9.3. О строгости определения.....	360
9.3.1. Понятие строгости определения на различных уровнях познания.....	360
9.3.2. Относительный характер строгости определений.....	364
10. Методы формирования определений понятий истин.....	371
10.1. Исходные понятия.....	371
10.2. Проблема преобразования определений.....	374
10.2.1. Общий подход.....	374
10.2.2. Пример.....	375
10.2.3. Методы исследований свойств пространства поиска решений.....	386
10.3. Краткая характеристика основных классов формирования определений истин.....	389
10.3.1. Декларативные методы формирования определений.....	289
10.3.2. Процедуральные методы формирования определений.....	391
10.3.3. Семантические методы формирования определений.....	393
10.4. Эвристические методы формирования определений на основе декларативных методов формирования определений.....	395
10.4.1. Общая постановка задачи.....	395
10.4.2. Формирование определений в пространстве состояний (<i>система продукции</i>).....	396
10.4.3. Определения в системе редукций. Пропозициональные графы.....	397
10.4.4. Механизмы сведения задач к подзадам.....	402
10.5. Методы доказательства определений на основе декларативных методов формирования определений.....	410
10.5.1. Применение метода доказательства определений.....	420
10.6. Обобщенные декларативные методы формирования определений.....	421
10.7. Проблема границ в декларативно представляемых определениях.....	426
10.8. Процедуральные определения.....	433

10.8.1. Общие характеристики ПОЯ.....	433
10.8.2. База данных и механизмы сопоставления по образцу.....	434
10.8.3. Стандартные операторы.....	437
10.8.4. Механизм возврата к точке ветвления.....	439
10.8.5. Пример.....	441
10.8.6. Контекстный механизм.....	444
10.8.7. Проблема границ в процедуральных определениях.....	447
10.9. Семантические сети определений.....	448
10.9.1. Определение семантических сетей.....	448
10.9.2. Типы объектов.....	450
10.9.3. Типы отношений.....	453
10.9.4. Скелеты (фреймы) и сценарии.....	463
10.9.5. Процессы понимания и вывода в семантических определениях.....	466
11. Решение задач формирования определений методами эвристического поиска.....	470
11.1. Вводные замечания.....	470
11.2. Стратегии формирования определений, основанные на поиске в графе вывода.....	471
11.2.1. Алгоритм поиска решающего графа.....	471
11.2.2. Свойства алгоритма.....	474
11.3. Поиск решений в пространстве состояний.....	477
11.3.1. Алгоритм и его свойства.....	477
11.3.2. Методы повышения эффективности поиска.....	481
11.4. Двухнаправленный поиск решения в пространстве состояний.....	487
11.5. Поиск решения в пропозициональных графах.....	490
11.5.1. Алгоритм поиска минимального решающего графа.....	490
11.5.2. Свойства алгоритма поиска минимального решающего графа.....	494
11.5.3. Поиск решающего графа в аддитивном пропозициональном графе.....	498
12. Решения задач формирования определений методами доказательства определений.....	504
12.1. Структура процедур доказательства определений.....	504
12.2. Теоретические основы построения программ доказательства определений.....	506
12.2.1. Алфавитный порядок символов.....	508
12.2.2. Лексикографический порядок выражений.....	509
12.2.3. Подстановочные компоненты.....	509
12.2.4. Подстановки.....	509
12.2.5. Композиция подстановок.....	509
12.2.6. Унификация.....	510

12.2.7. Алгоритм унификации.....	510
12.2.8. Резольвента.....	511
12.2.9. Резолюция.....	512
12.3. Системы вывода в исчислении предикатов без равенства..	513
12.3.1. Семантическая резолюция.....	514
12.3.2. Специализация семантической резолюции.....	517
12.3.3. Семантическая резолюция, использующая упорядоченные дизъюнкты.....	518
12.3.4. Выполнение семантической резолюции.....	522
12.3.5. Линейная резолюция, использующая упорядоченные литеры и информацию о резольвированных литерях.....	524
12.3.6. Линейный вывод.....	530
12.4. Правила вывода в исчислении предикатов с равенством.....	531
12.4.1. Парамодуляция.....	534
12.4.2. Гиперпарамодуляция.....	536
12.4.3. Линейная парамодуляция.....	539
12.5. Стратегии поиска.....	540
12.6. О машинном доказательстве теорем.....	551
Заключение.....	558
Литература.....	562

Введение

Начнем изложение нашего видения (понимания) отражения (представления) истин как действительных (реально существующих) сущностей Окружающего Мира в теории познания и созидания с формирования определения понятия «определение».

Определение — это логическая операция, назначение которой состоит в раскрытии смысла понятия (истины). Эта дефиниция определения само нуждается в уточнении. Действительно, в логической литературе нет единого мнения по поводу **природы, видов и функций определений**. Термин «определение» используется в самых различных смыслах. Так, например, у Аристотеля и в традиционной логике определение есть высказывание, раскрывающее суть вещи. Для Томаса Гоббса, Джона Локка и Джона Стюарта Милля определение, напротив, выступает как то, что раскрывает смысл слова при помощи других слов. Для большинства современных, математиков и логиков определение представляет собой лишь синтаксическую операцию — правило, позволяющее производить взаимную замену одного выражения другим (Р. Карнап), соглашение об использовании языка (Х. Б. Карри) или правило перевода какого-то выражения с одного языка на другой (Л. Витгенштейн).

С точки зрения ряда философов и логиков акт определения фиксирует *онтологические* структуры и объекты; при этом внимание того, кто определяет, сосредоточено на их объективном — независимом от того, кто формулирует определение, — существовании. (Это мнение, помимо тех, кто следует за Аристотелем, разделяют некоторые представители экспериментальных наук — физики, химики, биологи и т. д.)

Существует также точка зрения, согласно которой в определении фиксируется исключительно *термин* как материальный объект, как носитель значения, а не само его значение, не его конкретный смысл. Наконец, третья категория логиков и философов видит в определении операцию, раскрывающую *смысл* понятия, связанного с каким-то предметом, — то, что делает некоторое понятие *понятным* для группы лиц — мы будем называть их «агентами» или «коммуникантами», — а не объекты или события, к которым это понятие относится.

Столь же различны мнения по поводу правил, условий и требований, предъявляемых к определению. Последователи Аристотеля считали,

что определение должно даваться через ближайший род и видовое отличие, что оно должно выражать «сущность» явления, к которому относится. Многие логики, напротив, отрицают правомерность этих двух ограничительных условий. Мнения логиков расходятся также и в отношении условий однозначности, элиминируемости, некреативности определений и т. д.

Еще более значительны разногласия в отношении познавательной ценности определений и их типов. Для одних определения — это высказывания, обладающие истинностным значением; они могут быть истинными или ложными. По мнению других, определения — это лишь правила сокращения выражений языка. Они не дают никакой информации о внешнем мире и, следовательно, не могут быть истинными или ложными. Не меньше разногласий и по поводу взаимоотношений определений и теоретических систем, определений и эксперимента или по поводу соотношений определения с операциями классификации, систематизации и логического деления.

Сталкиваясь с этим многообразием взглядов, можно подумать, что в логической литературе нет общепринятых положений, единой отправной точки в разработке теории определений. Однако можно выделить несколько таких исходных пунктов, служащих своего рода опорой в трактовке теории определений. Прежде всего, большинство авторов едины в признании недостатков традиционной логической теории определений, бесполезности накладываемых ею ограничений, формальной некорректности, наличия множества пустых в гносеологическом плане рассуждений. Во-вторых, все больше математических логиков признают недостаточность чисто синтаксического подхода к определению как элементу логического исчисления и призывают к рассмотрению теории определений с точки зрения логической семантики. В-третьих, все сильнее дает о себе знать тенденция трактовать определение в контексте определенного языка, а не естественного языка вообще. Таким образом, **теория определений связана с теорией искусственных, символических языков и с теорией аксиоматических систем. Строгие определения формальных выражений позволили доказать ряд теорем (например, касающихся проблемы разрешения) для некоторых аксиоматических систем.**

Несмотря на успехи, достигнутые в анализе операции определения в аксиоматических и формализованных системах, следует все же отметить, что **определение — операция большой общности, необходимый элемент человеческих познавательных и коммуникативных процессов.** Она имеет место в первую очередь на уровне естественного, разговорного языка и повседневного опыта, на

уровне языков, используемых в экспериментальных науках, при построении научных теорий и гипотез и лишь затем уже — в различных искусственных языках типа тех, что используются в формализованных логических и математических системах. Поэтому, применяя в формализованных языках результаты теории определений и некоторые понятия логической прагматики и семантики, необходимо в то же время **разрабатывать общую теорию определений понятий истин, которая раскрывала бы общие черты любой операции определения понятия истины, точно формулировала бы правила и требования к определению понятия истины, устанавливала бы взаимосвязи определений понятий истин с другими операциями дискурсивного познания, а также с практическими действиями.**

Важная роль в выработке такой теории принадлежит, по нашему мнению, *семиотике, общей теории употребления знаков*. Определение понятия истины обладает формальной *логической* структурой и осуществляется всегда в рамках некоторого *языка* — отсюда необходимость рассматривать его с *семиотической точки зрения*. Вместе с тем оно имеет также *познавательную* сторону, поскольку с его помощью познающий субъект получает информацию о реальном мире (истинах) или о *системе знаков*. Всякое определение понятия истины производится в определенной познавательной и праксеологической ситуации. Поэтому мы считаем, что определение понятия истины должно исследоваться с точки зрения *логической, лингвистической, гносеологической и праксеологической*. Основная цель данной работы — исследовать теорию определений понятий истин в двух аспектах: *семиотическом* и *праксеологическом*. Наша задача заключается также в том, чтобы проанализировать познавательные функции определений понятий истин в теоретических системах конкретных наук. Изложению семиотического аспекта теории определений понятий истин предшествует введение некоторых основных понятий этой дисциплины. В работе дается критическое рассмотрение трактовки определения в традиционной логике (Аристотель) и концепции определений некоторых авторов, стоящих у истоков современной логики (А. де Морган, Г. Фреге).

Развитие теории определений имеет значение не только для чистой логики. Такая теория имеет важную методологическую значимость для конкретных наук, особенно в плане **построения языка таких наук, в том числе языка научных теорий и гипотез**. Теория определений понятий истин, в особенности теория операциональных и остенсивных определений, играет большую методологическую роль с точки зрения анализа связей теоретических понятий и конструктов с экспериментом и практической деятельностью. Поэтому в работе рассматриваются

вопросы разбора этих типов определений. Наконец, теория определений понятий истин представляет интерес также и для педагогических наук и психологии процесса обучения

1. Определения понятий истин

Несмотря на широкое использование определений как в науке, так и в быту, **определение самого определения остается достаточно неопределенным. Для продуктивного использования аппарата определений в (формальных) теориях истин и информации (и особенно в автоматизированных системах поддержки мышления) необходимо его формальное и адекватное определение.** В теории истин и информации будем использовать вокально-знаковое, иконо-знаковое и формальное определение определения. **Формализация определений понятий истин является фундаментальной и концептуальной технологической основой теории истин; теория истин строится в основном с помощью определений понятий истин и во многом представляет технологию работы с определениями понятий истин. Аппарат формальных определений понятий истин позволяет определить, что есть истина, утверждение, теорема, доказательство, аксиома, постулат, теория и др.**

Используя аксиоматический подход, приведем ряд аксиом, на основании которых будем строить изложенный ниже материал.

Аксиома существования 1. *Существует понятие «истина».*

Аксиома представления 1. *Окружающий Мир представим только и только истинами.*

Аксиома существования 2. *Существует по крайней мере одно множество истин.*

Аксиома представления 2. *Истины в окружающем Мире представлены своими отражениями.*

Аксиома объемности (экстенциональности). *Если множества истин M_a и M_b составлены из одних тех же истин, то они совпадают (равны):*

$$M_a = M_b.$$

Аксиома объединения. *Для произвольных множеств истин M_a и M_b существует множество истин, элементами которого являются все элементы множества истин M_a и все элементы*

множества истин M_b и которое никаких других истин не содержит.

Из аксиом объемности и объединения следует, что для произвольных множеств истин M_a и M_b множество истин, которое удовлетворяет условиям аксиомы объединения, единственно. Действительно, если были бы два таких множества истин M_{c_1} и M_{c_2} , то они содержали одни и те же истины (все истины, которые принадлежат множеству истин M_a , и все истины множества истин M_b) и потому, согласно аксиоме объемности, $M_{c_1} = M_{c_2} = M_c$. Назовем это единственное множество истин M_c *объединением* множеств истин M_a и M_b и будем писать

$$M_c = M_a \cup M_b.$$

Аксиома разности. Для произвольных множеств истин M_a и M_b существует множество истин, истинами которого есть те и только те истины множества истин M_a , которые не являются истинами множества истин M_b .

Аналогично, из аксиом объемности и разности делаем заключения, что для произвольных множеств истин M_a и M_b существует в точности одно множество истин, которое содержит истины множества истин M_a , не принадлежащие множеству истин M_b . Назовем это множество истин M_c *разностью* множеств истин M_a и M_b :

$$M_c = M_a \setminus M_b.$$

Аксиома степени. Для каждого множества истин M существует семейство множеств истин $V(M)$ (булеан), истинами которого являются все подмножества истин M_i , $M_i \subset M$, и только они.

Аксиома существования пустого множества истин. Существует такое множество истин \emptyset , что ни одна истина ему не принадлежит.

Аксиоматический подход позволяет формально на основании введенных аксиом определить понятие истины.

Истины представимы объектами и/или процессами, характеризуются признаками и свойствами, пребывают в состоянии.

Формальное определение истины.

Истина есть система (объектная, процессная), которую можно формально описать в виде кортежа:

$$\langle \Omega, X, T, U, M, V, E, Y, G, [t_0-t_1], \rho, \gamma, \xi \rangle$$

где Ω – пространство состояний истин,

X – множество признаков и свойств, описывающих состояния из Ω истин и принимающих свои значения в своем множестве значений $\{V_j\}$,

T – время (дискретное или непрерывное),

U – пространство жизнеобеспечивающих процессов существования истин,

M – множество материальных (объектных) истин,

V – пространство движений (абсолютных, относительных) истин,

E – энергетическое пространство истин,

Y – пространство выходных значений характеристик истин,

G – пространство жизненных циклов истин,

$[t_0-t_1]$ – пространство интервалов жизненных циклов истин,

$\rho: (\Omega \times T) \times U \times T \rightarrow \Omega$ – отображение, описывающее динамику изменения истин, состояния истин; реакцию истин, находящихся в конкретном динамическом состоянии на воздействия из окружающего пространства;

$\gamma: \Omega \times T \rightarrow Y$ – выходное отображение, описывающее процесс поведения истины (получение оценок, мнений и т.д.);

ξ – некоторые внешние факторы, условия и т.д., оказывающие влияние на динамику истины (иногда могут также описываться характеристиками из X).

1. 1. Структура формальных определений истин

Прежде, чем давать определение понятия истины и вообще чего-либо, необходимо определиться с тем, **что есть само определение.**

Необходимо также выяснить: **что значит, что некоторая истина определяется определением и что означает, что некоторая истина удовлетворяет определению.** Следует также заметить, что определения не создают, не строят конкретных экземпляров определяемых объектов и/или процессов.

Для прикладных, утилитарных дисциплин проблемы определения определений, как правило, не возникает: **определения прикладных дисциплин находятся достаточно близко к их реальным аналогам,**

и прикладные определения являются практически их изоморфными образами. Понятия теории, определяющей технологию работы с определениями понятий истин, оказываются достаточно абстрактными. **В теории истин определение определения понятия истины является основополагающей концепцией:** что есть и чем является объект (процесс), который предлагается в качестве определения истины?

Во всяком случае, определение понятия истины не есть договоренность о чем-либо. **Многие, даже математические определения, являются не более чем договоренностями, соглашениями или переименованиями!** Договоренность определением не является, но может определением считаться. **Определения в теории истин договоренностями не являются.** Определение понятия истины, как нам представляется, должно обеспечивать как процедуру построения конкретных экземпляров определяемых понятий истин, так и процедуру квалификации соответствующего объекта в качестве определяемой определением понятия истины. Вместе с тем, определение понятия истины, вообще говоря, не дает алгоритма построения определяемой истины.

Прежде всего, необходимо сформулировать некоторые аспекты и следствия исходной основополагающей концепции определений понятий истин. И здесь необходимо заметить, что теория истин, в отличие от общепринятой практики прикладных определений, осуществляющих определения новых понятий на основе уже предварительно определенных сущностей, допускает определения и на основе истин, определяемых самим рассматриваемым определением (так называемые рекурсивно-замкнутые определения понятий истин), и, даже, вплоть до ситуации, когда разложение некоторой истины на составляющие является определением понятия этой истины. Это замечание является утверждением теории истин, которое теорией истин обосновывается и доказывается; это одна из особенностей определений понятий истин. Такой, несколько нетрадиционный подход к определениям понятий истин следует из основополагающей концепции определения.

Естественно полагать, что определение, во всяком случае, должно что-то определять; определяемая истина, естественно, должна определению удовлетворять. Истина, определяемая определением, считается определяемой истиной; определяемая истина естественно должна определением допускаться. Отношение, имеющее место быть между собственно определением и определяемой им истиной, является (и считается, и называется) **определяющим отношением. Определяющее отношение является единственным**

основополагающим отношением.

Следствие основной концепции определений теории истин заключается в том, что **истина полагается определенной, если она действительно реально существует.** Теория истин предполагает **возможность преобразование определения истины в алгоритм построения модели определяемой истины.** Примером непродуктивного определения может служить известный парадокс Б. Рассела о “брадобрее”: определение “несамоприменимого брадобрея” непродуктивно – такого брадобрея не существует; аналог этого парадокса использован для обоснования “существования несуществующих” алгоритмов (в формулировке: “Невозможен нормальный алгоритм в А, применимый к тем и только тем записям нормальных алгоритмов в А, которые являются записями несоприменимых алгоритмов”). Парадокс Б. Рассела о “брадобрее” является вариантом более старого парадокса, известного как парадокс лжеца: некто заявляет, что он лжец; является ли он действительно лжецом? Заметим к слову, что этот парадокс не дотягивает до статуса парадокса, а скорее является всего лишь логическим фокусом. Действительно, если некто на самом деле лжец, и решает высказаться на эту тему (а выбор темы не является обсуждаемым вопросом, он обусловлен сутью проблемы), то по заявленной (в самом высказывании) теме он имеет право только сказать, что он не лжец (ибо в противном случае он будет говорить правду); если же он на самом деле не лжец, то он также имеет право сказать только, что он не лжец. Таким образом, по заявленной в высказывании теме в любом случае он должен сказать, что он не лжец. Однако, если он в действительности утверждает, что он лжец, то это означает, что он кто угодно (хитрец, мошенник, фокусник, жулик, и т.д.), но только его высказывание к вопросу о его правдивости не имеет никакого отношения, и его высказывание действительно скорее является мошенничеством, нежели ложью. **Логический фокус лжеца основан на неправомерной подмене понятий.**

Истина, определенная в соответствии с некоторым определением, имеет силу, осмыслена только в рамках этого определения, т.е. определение необходимо не только (и может быть даже не столько) для ее идеентификации, но и для ее использования. И, как следствие, поскольку определяемая истина полностью определяется своим определением, то применение различных преобразований к этой истине может осуществляться исключительно через посредство их применения к определению этой истины. Кроме того, что определение истины, естественно, должно что-то определять, столь же естественно считать, что определение истины определяет ею полностью, т.е.

определение истины не только определяет истину, но и определяет способы (алгоритмы) построения конкретных экземпляров определяемой истины, способы квалификации истин в качестве этой истины и т.д. Одним словом, **определение истины должно определять всю теорию определяемой истины; говоря точнее, теория определяемой истины не должна противоречить определению этой истины.**

Наряду с определением определения истины, необходимо определиться и с тем, что есть **определяемая истина** определения и что означает, что **некоторая истина удовлетворяет определению**. И если для произвольного вида определений истин требуемые определения сформулировать затруднительно, то для одного, достаточно универсального вида определений истин, ответ на этот вопрос может быть дан (при рассмотрении конкретизации понятий истин), а до тех пор в настоящей работе будет использоваться в обычном, неформальном смысле, который, естественно, не будет противоречить его формальному уточнению.

Определение определения. Любая истина, обеспечивающая существование некоторой другой (определяемой) истины, является определением.

Признавая, что определения истин действительно, на самом деле “что-то” определяют, **будем отделять непосредственно определение (как некий механизм, аппарат, средство) от того, что это определение определяет; будем эти две отделенные друг от друга истины сопоставлять.** Такое сопоставление будем называть **определяющим отношением**. Как устроено собственно определение в «общем случае» (и есть ли вообще такой «общий случай»?) - неизвестно; а вот что определяющее отношение, построенное на основе некоторого начального определения истины, является новым определением, можно утверждать. **Какое бы исходное определение истины ни было, оно может быть использовано для построения последующих производных определений истин.**

Замечание. Заметим, что здесь уже просматривается некий дуализм определений истин: определение, являясь некоей истиной, вводит в рассмотрение еще одну, новую истину; дуализм проявляется уже на уровне названия рассматриваемого определения: определение определения. **Дуализм определений истин является той концептуальной основой, которая при ее развитии обеспечивает “массовость” применений определений, алгоритмов, функций и т. д.** В конечном счете, эта двойственность обеспечивает дуализм определяющего отношения, сопоставляющего истины реального мира сущностям виртуального мира понятий и сущности виртуального мира

истинам реального мира и исключающего сводимость одного сопоставления к другому.

Теорема. Определение определения истины действительно является определением истины.

Доказательство. Поскольку, как можно видеть, текст определения истины действительно нечто определяет: а именно то, что есть определение истины (т.е. то, что может рассматриваться в качестве определяемой истины), он является определением истины и, следовательно, определение определения истины действительно является определением истины в соответствии с собственным определением.

Таким образом, на основе этой теоремы можно утверждать, что **определение определения истины является не аксиомой или постулатом, а именно определением истины.**

Утверждение. Если не соглашаться с тем, что определение и, в частности, определение определения истин, действительно нечто определяют, то, вряд ли вообще что-либо может быть определено.

Замечание 1. Не всякое “определение” действительно что-либо определяет; примером непродуктивного определения может служить определение “несамоприменимого брадобрея” Рассела.

Замечание 2. В теории истин будет показано, что для определений понятий истин возможны преобразования, результатом которых являются новые определения понятий истин, которые, в свою очередь, будут определять и новые определяемые понятия истин.

1. 2. Некоторые конкретные определения понятий ИСТИН

Самым первым, начальным (инициальным) определением в иерархии наследуемых определений является **определение инициальной истины**. Наследуемость определений предполагает, что преобразования определений таковы, что в результирующем определении понятия истины полностью “содержится” (в некотором виде) преобразуемое понятие истины. Инициальная истина, определяемая определением инициальной истины, как правило, на практике является не более чем лингвистическим объектом, ее представляющим.

При построении определений понятий истин будем стараться придерживаться терминологии: вводимые (определяемые тем самым) инициальные истины будем именовать истинами; определения понятий истин, построенные с использованием

инициальных истин, будем именовать объектами и/или понятиями истин; и термин понятие истины обобщает (и включает) термин истина.

Определение инициальной истины. Некоторая виртуальная (воображаемая, искусственная, никак неопределенная) или иная (например, некоторая специальная разновидность понятия, которая будет определена дальше), ни с чем не ассоциируемая истина, допускающая применение к себе действий, считается **инициальной истиной**.

Будем считать, **что инициальная истина сама определяет себя.**

Инициальная истина считается истиной. Существенно для обеспечения прагматики определений понятий истин, что реальные объекты, процессы и явления могут выступать в роли инициальной истины.

Определение аппликации. Инициальная истина с указанным для нее конкретным действием (именуемого далее методом (процессом)) такого, что его взаимодействие с инициальной истиной имеет эффектом некоторую истину (называемую **эффектом взаимодействия**), считается аппликацией истин; вместе с тем, это означает, что **эффект взаимодействия истин разложим на взаимодействующие истины.**

Метод, упомянутый в определении аппликации, определяет (описывает) суть преобразования инициальной истины; **взаимодействие есть некое универсальное действие, осуществляющее применение указываемого метода (процесса) к инициальной истине, приводящее к получению эффекта**; для получения эффекта не привлекается ничего, кроме этих взаимодействующих истин, т.е. **результат всецело определяется их взаимодействием.**

Определение аппликационной истины отличается от определения инициальной истины тем, что в определении инициальной истины лишь допускается применение действий, а в определении аппликационной истины возможное действие указывается.

Определение индуктивного определения истины. Эффект взаимодействия истин, соотнесенный с некоторой истиной, считается индуктивным определением истины.

Индуктивное определение истины ещё недостаточно для роли приемлемого определения истины и требуется его развитие и усиление. Усовершенствование индуктивного определения истины заключается в его пополнении концепцией квалификации некоторой истины в качестве эффекта взаимодействия двух истин, что предполагает её разложимость на эти две истины, взаимодействие которых (в

соответствии с индуктивным определением истины) и соотносит рассматриваемую истину с эффектом этого взаимодействия. **Это усовершенствование дополняет концепцию построения, содержащуюся в индуктивном определении истины, концепцией анализа (разложимости).**

Определение дедуктивного определения истины. Индуктивное определение истины, которое рассматривается и как схема разложения некоторой истины на пару истин, эффект взаимодействия которых сопоставляется этой исходной истине, является дедуктивным определением истины.

По сути, дедуктивное определение истины, в дополнение к **индуктивному определению истины, определяющему «процесс построения»**, дополняется квалификацией произвольной истины в качестве эффекта взаимодействия: **истина может быть квалифицирована как эффект взаимодействия, если можно предположить некоторые две другие истины, одна из которых является действием (методом, процессом), и таких, что их взаимодействие дает эффект, соотношенный с исходной истиной.** Из построения дедуктивного определения истины видно, что оно не произвольная “выдумка”, а **некоторое определение истины, построенное из некоторых предварительных определений истин по некоторым правилам преобразования определений истин, которые имеются в теории истин и информации.**

Далее под определениями истин будут иметься в виду дедуктивные определения истин и/или их усиления; точнее, дедуктивные определения истин будут считаться частным случаем определений истин.

Замечание 1. Поскольку дедуктивное определение истины развивает и наследует индуктивное определение истины, индуктивные определения истин, как правило, не будут использоваться.

Замечание 2. Все приведенные определения истин (определение инициальной истины, определение аппликации, определение индуктивного определения, определение дедуктивного определения, равно как и все последующие определения, из них получаемые) действительно являются определениями истин, т.е. **они все имеют некоторые, определяемые ими истины, что следует из определения определяемой истины.**

1. 3. Определяемые истины

Будем считать, что **определения истин должны в истине нечто определять.** С другой стороны, можно говорить о том, что некоторые

истины удовлетворяют определенному определению. Ответы на эти вопросы дает

Определение определяемой истины. Определяемая истина некоторого определения это истина, которая способна с ним взаимодействовать так, что в результате этого взаимодействия появляется некоторое (новое) дедуктивное определение истины. Определение определяемой истины одновременно является и определением того, что означает, что некоторая истина удовлетворяет некоторому определению: **истина удовлетворяет определению, если она является определяемой истиной этого определения, т.е. если она допускается определением.**

Теорема. Определение определяемой истины является определяемой истиной определения определяемой истины.

Теорема. Определение определяемой истины удовлетворяет определению определяемой истины.

Доказательство. Действительно, поскольку в определении определяемой истины предполагается взаимодействие определения с некоторой истиной, и оно может быть, в частности, осуществлено посредством рассмотрения самого определения в качестве упомянутой в определении истины (т.е. **считая эффект подстановки определения в определение эффектом взаимодействия истин**), то это будет означать, что определение удовлетворяет определению определяемой истины и, следовательно, оно является определяемой истиной. Это доказательство дано, естественно, на содержательном, неформальном уровне; **формальное доказательство может быть дано после определения достаточного формального аппарата теории истин и информации и, в частности, после определения механизма взаимодействия истин.**

Отношение, существующее между определением и определяемой им истиной, считается, является и называется определяющим отношением.

1. 4. Некоторые свойства и особенности определений ИСТИН

Индуктивные определения определяют новые понятия истин на основе известных истин или понятий истин. Определение определяемой истины одновременно является определением понятия этой истины. **Истины, которые определяются определениями, в теории истин и информации считаются и называются истинами.** В теории истин и информации определяются также действия (методы, процессы), допустимые для истин, точнее,

для их определений: критерий допустимости методов (процессов) для истин опять же выводится из основной концепции определений. Несмотря на то, что введенные в разделе определения являются первыми простейшими понятиями теории истин и информации, они обладают множеством различных свойств. Здесь мы всего лишь упомянем некоторые из них. Так, понятно, что определение какой-либо истины определяет все допустимые этим определением истины и в то же время определение не определяет (в смысле, не строит) ни одного конкретного экземпляра определяемого объекта (**в теории истин и информации устанавливается отношение понятия истины и объекта (процесса)**). **Определение какого-либо объекта определяет не множество (имея в виду как актуально, так и потенциально бесконечные множества) объектов, а определяет все объекты.** Определение какого-либо объекта не есть алгоритм построения определяемого объекта; определение какого-либо объекта не есть алгоритм квалификации некоторого объекта в качестве определяемого объекта.

1. 5. Нотация определений истин

Нотация определений истин представляет собой важный аспект теории истин и информации: **нотация осуществляет актуализацию истин через посредство актуализации их определений.** Дело в том, что отражения истин в теории истин и информации осуществляется посредством их определений и поэтому адекватная нотация определений истин существенна. Именно преобразование определения некоторой истины вырабатывает определение новой истины как эффект этого преобразования. Традиционные определения истин даются, как правило, на естественном языке; но естественный язык не является таким уж естественным для искусственного интеллекта; кроме того, **естественный язык, как правило, содержит множество неоднозначностей, двусмысленностей и неточностей.** Теория истин и информации допускает применение преобразований к определениям истин, и выполнение таких преобразований для определений истин, сформулированных на естественном языке, представляет дополнительные, не обусловленные спецификой проблемы трудности. Кроме того, в естественных языках формулирование некоторых отношений, характерных для определения истин, составляют определенные лингвистические трудности. **Нотация в теории истин и информации выполняет отнюдь не вспомогательную роль документирования, а является средством, способом (процессом) конструирования, формулирования и**

представления определений истин. Теория истин и информации предлагает некоторую канонизированную систему обозначений для представления определений истин, называемую **нотацией определений истин.**

Нотация дедуктивного определения истин представляет собой аутентичную запись (перевод) имеющегося (на естественном языке) определения истин дедуктивного определения истин в виде определенного набора специальных символов, т.е. в виде некоторых лингвистических схем. **Нотация дедуктивного определения истин включает в себе нотацию и инициальной истины, и нотацию аппликации, и нотацию индуктивного определения истины, т.е. нотация дедуктивного определения истины наследует нотацию всех предыдущих определений истин.**

Пусть v есть некоторая «произвольная виртуальная истина», допускающая применение к себе действий, т.е. инициальная истина; пусть f есть некоторая истина, которая может взаимодействовать с истиной v . Такая совокупность истин изображается конструкцией $f[v]$, которая **представляет указанное взаимодействие истин и называется аппликацией.** Истина, сопоставляемая эффекту этого взаимодействия, изображается нотацией этой истины u . В отличие от эффекта взаимодействия истин f и v , которая может быть обозначена как $f(v)$, аппликация этих истин $f[v]$ представляет всего лишь упорядоченную пару взаимодействующих истин $\{f, v\}$. Взаимосвязь аппликации $f[v]$ и истины u , сопоставляемой эффекту применения действия f к аргументу v , сформулированная в дедуктивном определении истины, изображается схемой $u : f[v]$, где символ “:” представляет совмещение значения глагола “являться” из дедуктивного определения истины со значением глагола “считаться” из индуктивного определения истины. В естественном языке смысл символа “:” точнее всего передается местоимением “это”. Нотация определяющего отношения, как обобщения дедуктивного определения истины, естественно нотируется с использованием того же символа отношения “:”. Для различных конкретных разновидностей определений истин их нотация будет пополнять (или конкретизировать) введенную нотацию дедуктивного определения истин.

Нотация определения дедуктивного определения истин

В соответствии с нотацией определений истин нотация дедуктивного определения истин может быть представлена схемой:

$$((u:f \]) : ((u):f \]) [v],$$

где свободные позиции в квадратных скобках замещаются аргументом “v” при осуществлении взаимодействия метода $((u:f \]) : ((u):f \])$, и аргумента [v].

1.6. Элементарные истины

Элементарные истины это изначальные, простейшие объекты (процессы), изучаемые в теории теории истин и информации. Теперь, имея аппарат дедуктивных определений истин, определение понятия истины и определения некоторых конкретных истин могут быть даны с его использованием более формально и более содержательно и точно. Следует заметить, что само дедуктивное определение истин после формального определения истин и рассмотрения свойств истин может быть рассмотрено и сформулировано более детально и основательно.

1.6.1. Концепция истины

Определение, в котором “истина” является определяемой истиной, является определением истины. Определение истины является дедуктивным определением истины (точнее, частным случаем или, еще точнее, некоторой конкретизацией дедуктивного определения истины); определение истины – это утверждение того, что взаимодействие истин и есть истина (суть истины). Инициальной истиной для построения более содержательных истин является “неопределенная истина”. Поскольку она полагается неопределенной, никакого ее определения дано быть не может. Определение истины допускает различные взаимодействия истин и, в частности, допустимо такое взаимодействие неопределенной истины с некоторой другой истиной, в результате которого неопределенная истина становится более определенной.

1.6.2. Определение истины

Определение истины, поскольку оно является определением, должно определять не только сами истины, но и предопределять всю теорию истин и информации, и, в частности, способы построения истин и способы квалификации объектов (процессов) в качестве истин. Поскольку в определении истины (равно как и в дедуктивном

определении истины) существенную роль играет взаимодействие истин, то предварительно необходимо сформулировать, что считается их взаимодействием.

Взаимодействие (двух истин u и v) - это такое дедуктивное определение (утверждение) истины, которое определяет, что эффект $u(v)$ взаимодействия некоторой истины u и (возможно неопределенной) истины v , называемый эффектом взаимодействия, находится с ними (т.е. с истинами u и v) в отношении, представляемым дедуктивным определением истины $u(v) : u[v]$.

Метод (процесс) в этом дедуктивном определении взаимодействия представляется истиной.

Замечание. Дедуктивное определение взаимодействия истин, в котором “эффект” взаимодействия двух истин неотличим от самих взаимодействующих истин, взаимодействием не считается и, следовательно, взаимодействием не является.

Определение истины. Совокупность двух составляющих некоторого объекта (различаемых, скажем, как метод и его аргумент) одна из которых (скажем, метод) считается (или даже является) истиной, взаимодействие которых образует исходный (вышеупомянутый) объект, является истиной.

Определение истины действительно можно считать определением, поскольку оно обеспечивает появление некоторой новой истины (и называемой истиной), которая определением и определяется.

Инициальная истина. В определении истины одна из составляющих считается истиной, о другой составляющей ничего не говорится. Она будет предполагаться инициальной (неопределенной) истиной. Инициальная истина допускает свою конкретизацию другой (являющейся или считающейся) истиной; определение истины не исключает возможности и аргументной составляющей быть (т.е. считаться и являться) истиной; во всяком случае инициальная истина считается истиной.

Построение истины. Определение истины, вообще говоря, не является способом (процессом, алгоритмом) построения истины (как и любые определения, оно не строит определяемый объект), что допускает и предполагает, тем самым, возможность использования различных подходящих для этого способов (процессов). В теории истин и информации, в качестве одного из возможных (и, возможно, единственным) способом (процессом) построения истин, предлагается использование отношения обобщения-конкретизации; это отношение, также, является отношением определения истины. Построение отношения и является

построением истины. Построение определения конкретной истины можно рассматривать как применение к неопределенным (инициальным) истинам операции (метода) взаимодействия истин, в результате чего одна из взаимодействующих истин становится более “определенной”; операция (метод, процесс) взаимодействия истин является некоторой конкретизацией взаимодействия.

Определение утверждения. Отношение двух неопределенных истин u и v , считающееся определением истины u через посредство обобщения истины v и/или конкретизацией истины u посредством истины v , представляемое схемой $u:v$, образует утверждение. Отношение $u:v$ будем называть (а после необходимого доказательства и считать) утверждением, понимая под этим, что оно **утверждает инициальную** (до этого определяющего утверждения) **истину u** в качестве обобщения (продолжающей оставаться инициальной) истины v и истину v в качестве конкретизации истины u . Поскольку обе истины, участвующие в построении определяющего отношения изначально являются инициальными (т.е. неопределенными и “свободными”) истинами, то поэтому определяющее отношение не может быть недопустимым, несуществующим и непонятым.

Теорема. Утверждение $u:v$, где u и v – некоторые исходно неопределенные истины, и упорядоченная совокупность $\{u,v\}$ этих истин считается истиной, является истиной.

Доказательство. В соответствии с определением истины утверждение $u:v$ можно рассматривать как совокупность двух компонент: компоненты $\langle : \rangle$ и компоненты $\langle u v \rangle$. Если вторую компоненту считать истиной, а первую считать методом (процессом), который может взаимодействовать со второй компонентой с образованием исходного объекта (процесса) в качестве эффекта этого взаимодействия, то этот исходный объект (процесс) (в соответствии с определением истины) будет являться истиной.

Теорема. Утверждение $u:v$, где u считается обобщением v и v является конкретизацией u – является истиной.

Доказательство. Это утверждение действительно является истиной, поскольку оно дословно повторяет определение (и, тем самым, безусловно удовлетворяет определению) истины.

Теорема. Утверждение “ истина : определение истины ” является истиной.

Доказательство. Действительно, это утверждение, по сути, является утверждением того, что определение истины действительно определяет истину, т.е. повторяет определение истины в формализованном виде.

Более детально (с привлечением формального определения взаимодействия) утверждение данной теоремы можно представить схемой: истина: $(u(v) : u[v])$.

Следствие. Определение истины это такая истина, что ее взаимодействие с “инициальной истиной” дает эффектом истина.

Теорема. Для любой (определенной, неопределенной, для физической, реальной) истины v допустимо утверждение $u:v$.

Доказательство. Действительно, поскольку не имеется оснований, исключающих возможность считать v некоторой неопределенной инициальной истиной (что обеспечивается её инкапсуляцией, неуказанием какой-либо внутренней структуры этой истины), то $u:v$ – истина.

Любое взаимодействие истин образует не более чем истину; истины, которая была бы общее истины – нет.

Теорема (единственности). Пусть $u; v$ – истина; тогда $\langle : \rangle : ;$ - т.е. ; частный случай отношения $\langle : \rangle$.

Доказательство. Доказательство будет очевидно после уточнения семантики отношения обобщения\конкретизации.

Следствие. Истина является “своим частным случаем”.

Следствие. Истина является “максимальной истиной”.

Следствие. Утверждение является столь общим отношением, что его обобщения невозможно.

Следствие. $\langle : \rangle : \langle : \rangle, \langle any \rangle$ – истины, ибо раскладывается на $\{ \langle : \rangle, \langle any \rangle \}$ естественным образом.

Следствие. $\langle : \rangle$ – мета-отношение.

Определение понятия взаимодействия. Истина, которая может считаться (в соответствие с определением истины) эффектом взаимодействия, является взаимодействием.

Истина, для которой определено ее применение к истине, считается взаимодействием.

Теорема. Взаимодействие, определяемое дедуктивным определением $u(v):u[v]$ двух истин u и v , является истиной.

Доказательство. Действительно, полагая $(u:v) : (u(v) : u[v])$, получаем истину в качестве эффекта взаимодействия.

Следствие. Понятие взаимодействия является истиной.

Взаимодействие истин в теории истин и информации может осуществляться различными способами: **применением одной истины к другой, конкретизацией и обобщением истин, сложением и умножением истин и т.д. Взаимодействие само может выступать в качестве истины, т.е. в качестве понятия взаимодействия.** Кроме того, определение истины обеспечивает еще и суперпозицию истин: именно на основе определения истины появляется возможность

рассмотрения суперпозиций истин.

Теорема. Если u и v истины, то аппликация $u[v]$ будет удовлетворять определению истины и, тем самым, являться истиной.

Доказательство. Действительно, аппликация состоит из двух взаимодействующих истин u и v , следовательно, если аппликация $u[v]$ имеет эффект (который обобщает аппликацию), то она является истиной.

Таким образом, как представляется, определение истины может быть обобщено путем предположения, что взаимодействующие компоненты могут образовывать не только исходный объект (процесс), но даже и некоторое его обобщение. Но поскольку имеет место утверждение (истина: истина) (т.е., что **любое обобщение истины является не более, чем истиной**), то на этом основании такое обобщение не будет определять более общей истины.

Теорема. Взаимодействие двух истин является истиной.

Доказательство. Рассмотрев пару взаимодействующих истин можно видеть, что взаимодействия истин допускаются определением истины в качестве истины: взаимодействие может быть представлено как пара (“разложено на пару”) взаимодействующих истин, эффект взаимодействия которых может считаться (поскольку не имеется обстоятельств, препятствующих этому) истиной, а это означает, что (любое) взаимодействие двух истин удовлетворяет определению истины и, следовательно, является истиной.

Замечание 1. Данная теорема предназначена не для того, чтобы показать, что объект (процесс), определяемый определением истины, действительно существует, а для того, чтобы продемонстрировать, что работать с определением истины можно и следует по правилам, которые самим этим определением предлагаются.

Замечание 2. Здесь используется интуитивное представление о том, что означает, что некоторый объект (процесс) удовлетворяет некоторому определению. Как будет показано, это интуитивное представление совпадает с формальным определением того, что значит, что объект (процесс) удовлетворяет дедуктивному определению.

Истины будут нотироваться буквами (и словами) некоторого алфавита. Заметим, что **хотя истина буквой нотируется (обозначается), она буквой не является.**

Теорема. Определение истины является истиной.

Доказательство. Действительно, **в определении истины рассматриваются некоторые две истины (метод (процесс) и его аргумент) взаимодействие которых (по определению истины) дает новую истину.** Следовательно, определение истины является истиной.

Теорема. Определение истины допускает некоторую инициальную истину, связываемую с истиной, в качестве истины.

Доказательство. Принимая во внимание, что настоящая теорема как раз и представляет требуемое в теореме связывание инициальной истины с истиной, инициальная истина может быть рассмотрена в качестве истины: истина: истина и/или инициальная истина.

Теорема. Определение истины представляет собой дедуктивное определение.

Доказательство. Действительно, определение истины можно считать некоторой истиной, которая взаимодействует с некоторой неопределенной (инициальной) истиной дает эффектом некоторую истину, которая считается истиной; с другой стороны в определении истины говорится о разложении истины на две взаимодействующие истины, взаимодействие которых дает в качестве эффекта истину; это означает, что определение истины действительно является дедуктивным определением.

Теорема. Действия, применяемые к инициальной истины в дедуктивном определении истины, являются истинами.

Доказательство. Действительно, поскольку дедуктивное определение истины образует некоторую новую истину, то в соответствии с этим дедуктивным определением истины, она разложима на две компоненты, которые в соответствии с определением истины могут считаться истинами.

Следствие. Теорема позволяет представлять дедуктивное определение истины как суперпозицию двух действий над истинами: как конкретизацию, конкретизируемой истиной которой является аппликация.

Теорема. Результатом (эффектом) исполнения взаимодействия истин является истина.

Доказательство. Доказательство непосредственно следует из рассмотрения исполнения для каждого вида взаимодействия.

Теорема. Определение истины является истиной.

Доказательство. Поскольку считается, что определения истин определяют некоторую (определяемую) истину, то сами определения истин (в предположении возможности определения над ними действий, т.е. ввиду возможности их взаимодействия с некоторой другой истиной – действием) могут рассматриваться в качестве “истин”, т.к. удовлетворяют определению истины.

Замечание. “Истина”, определяемая схемой: истина: истина [истина], – это такая истина (в каком-то смысле предельная), что любое ее взаимодействие с истиной ее только конкретизирует; это определение, в частности, означает, что ПОНЯТИЯ

являются истинами, т.е. что обобщением взаимодействия истин является истина.

1.6.3. Существование истин

Поскольку не все истины являются объектами реального физического мира, остро стоит проблема обоснования существования истин (а затем и понятий). **В отличие от реальных физических объектов, существование которых может быть достоверно установлено по их взаимодействию с некоторыми другими реальными физическими объектами**, существование которых признается, **в мире истин проблема установления существования истин не столь очевидна и тривиальна**. Для установления существования истин требуется выработка, установление и принятие некоторого нового критерия существования, ибо прежний критерий взаимодействия истин с реальными физическими объектами проблематичен из-за неопределенности взаимодействий виртуальных и реальных объектов.

Критерий существования истин. В качестве критерия существования истин можно принять возможность их обобщения: **любая истина допускает свое обобщение; истина, представляющая обобщение некоторой другой истины, считается существующей.**

Теорема (существования). Существование истины обеспечено его собственным определением.

Доказательство. Произвольная истина, в соответствии с определением истины, допускает разложение на определение дедуктивного понятия, применяемого к некоторой виртуальной инициальной истины, и, следовательно, существование истины не зависит от способа его построения, а определяется исключительно собственным определением.

1.6.4. Концепция гомоморфизма истин

Понятия истин, определяемые посредством их соответствующих определений, имеют в своей основе использование некоторой категории, которая фигурирует в определениях под именем инициальной истины. Определение инициальной истины практически никак ее не определяет, не специфицирует, предполагая лишь возможность применения к ней действий. Такая неограниченная, практически всеобъемлющая универсальность инициальной истины,

при всей ее привлекательности, абсолютно неконструктивна: что именно и, главное, каким образом что-либо может быть практически рассмотрено в качестве инициальной истины остается неопределенным. **Эта особенность определений истин позволяет в качестве виртуальной истины предполагать достаточно неограниченный набор произвольных истин.** Совершенным технологическим приемом, возможным и допускаемым именно теорией истин и информации, является допущение в качестве конкретизации инициальной истины самих истин. В теории истин и информации имеется механизм, осуществляющий допущение истин в качестве “значений” инициальной истины. Этот механизм достаточно и всецело конкретизируя инициальную истину, никак не уменьшает ее универсализма, поскольку в получающихся таким образом определениях понятий истин инициальная истина продолжает иметь место быть, продолжает наличествовать, она унаследована. Для осуществления этой возможности требуется всего лишь определить схему (способ, процесс) применения действий к истинам. **Схема применения действий к истинам, предлагаемая теорией истин и информации, называется семантическим гомоморфизмом.** Рассмотрим применение одного определяющего отношения к другому: $(w:i)[u:v]$. Положим, что эффектом такого применения является выражение, истина $(w:(u:v))$. Эту схему применения определяющего отношения к определяемому отношению будем считать теорией и называть семантическим гомоморфизм: $(w:(u:v)) : (w:i)[u:v]$.

Существование гомоморфизма

В соответствии с критерием существования истин можно утверждать, что семантический гомоморфизм существует и является истиной. Аккуратнее будет сказать, что семантический гомоморфизм является истиной и, следовательно, существует. **Теорема** (теорема существования). Существование гомоморфизма обеспечено его собственным определением.

Доказательство. Истина, представляющая гомоморфизм (определение гомоморфизма), представляет собой разложение некоторой истины на две элементарные взаимодействующие истины, взаимодействие которых образует исходную истину. Это означает, что определение гомоморфизма удовлетворяет гомоморфизму; что гомоморфизм гомоморфен.

2. Введение в теорию определений истин

2.1. Общие положения

2.1.1. О понятии «истина»

В процессе научного творчества человек может сделать открытие, создать новую теорию, построить научную гипотезу и пр. Истины эти строго разграничены.

Открытие истины определяется как установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящие коренные изменения в уровень познания.

Закономерности, свойства и явления истин существуют в природе независимо от воли людей. Часть этих свойств и явлений уже установлена, они нам известны и формируют наше представление об истинах. Другие закономерности и явления хотя и существуют, но пока неизвестны и будут устанавливаться в процессе творческой деятельности человека, направленной на изучение истин. Каждое открытие истины вырывает у природы еще одну тайну и увеличивает наши знания. Мы знаем, что между телами действуют силы гравитации, что тела при нагревании расширяются, что в проводнике при пересечении им магнитных силовых линий возникает электрический ток и т. д. Эти наши знания основаны на когда-то сделанных открытиях.

Неважно, каким образом происходило познание: наблюдением, теоретическим исследованием, экспериментально с применением сложных приборов и т. д. Важно, что сообщение об открытой истине подняло уровень наших знаний об окружающем мире еще на одну ступеньку.

Мы можем что-то узнать о явлении или закономерности, использовать их, устранить их вредное влияние, но не можем изменить явление или закономерность как таковые.

Понятие - это мозговой продукт человеческого творчества, оно создается человеком как ответ на запросы его повседневной деятельности.

С появлением и развитием цивилизаций начинается научная и техническая деятельность человека и для **фиксации (описания) объектов, процессов и результатов познания появляются понятия истин**. Колесо, копье, очаг, лук и стрелы, соха суть понятий истин.

Если бы человеческая цивилизация развивалась другими путями, были бы другие потребности и появились бы другие понятия истин.

Если открытие новых явлений связано с областью познания, то формирование понятий истин относится к области жизнедеятельности человека. **Без понятий истин жизнь человека невозможна. Человек общается с окружающим миром посредством понятий. Отбери у человека эту возможность и человек погибнет.**

Используя вновь открытые свойства и явления материального мира, человек формирует новые понятия истин, характеризующие объекты, процессы и овеществленные объекты (вещества), совершенствует науку и технику для удовлетворения своих жизненных потребностей. Большинство свойств, явлений и закономерностей существующих истин не могут быть использованы человеком непосредственно без описания их новыми понятиями, что в конечном итоге порождает необходимость создания **системы понятий истин**. Открытое в свое время свойство проводника нагреваться при прохождении по нему электрического тока постепенно привело к появлению множества новых понятий для описания открытых новых явлений в этой области. Открытие М. Фарадеем явления возникновения в проводнике э. д. с. при пересечении им магнитных силовых линий дало возможность создать генератор электрического тока и электродвигатель, и одновременно потребовало для описания этого явления образовать новые понятия и дать им определения.

Понятия истин имеют важное методологическое значение. Продуктивность, работоспособность понятия истины зависит от его научности, от того, насколько полно оно отражает определяемый предмет в свете имеющихся и перспективных потребностей практики и уровня развития науки. Понятия истины не неподвижны, а вечно движутся, переходят друг в друга, переливаются одно в другое, без этого они не отражают живой жизни. В век бурного социального и научно-технического прогресса многие из научных понятий истин подвергаются критическому пересмотру.

Слово *понятие истины* многозначно. Понятием истины называют как процесс создания чего-то нового, ранее неизвестного, так и результат этого процесса. Сам результат может быть различным по характеру: говорят, например, о таких понятиях истин, как машины и рифмы, технологические приемы и новые обряды, шахматы, письменности, азбуки, нумерации, системы счислений.

В науке термин *понятие истины* имеет научнообоснованное определенное значение. По большому счету, понятие истины это результат научной деятельности (если понимать науку в широком

смысле слова как отрасль человеческой деятельности, производящую знания).

Отсутствие четкого определения понятия истины может породить неясности, недоразумения по поводу точного значения термина и, как следствие, неоднозначность его толкования.

Понятия истины выражаются различными способами.

1. Понятие истины выражается только термином, который может и не поясняться, так как либо он достаточно известен и понятен, либо его содержание должно быть определено путем формулирования научного определения или толкование его как аксиому.

2. Понятие истины поясняется характеризующими его признаками.

3. Введя термин, обозначающий понятие истины, необходимо пояснить термин перечислением предметов, охватываемых понятием истины.

4. Может быть дано прямое определение понятия истины, построенное по правилам логики, т. е. в виде так называемого формально-логического определения. Таким является, например, определение понятия истины как открытие объекта или процесса.

5. Определение понятия истины может быть дано с использованием более сложного приема, когда общее определение истины дополняется, конкретизируется, либо указываются исключения из общего определения истины, причем эти дополнения или исключения могут находиться в определениях других понятиях истин.

Например, построенное по правилам формально-логических определений, понятие «наука» содержит в качестве родового понятия *решение научной задачи*, и в качестве видовых отличий— *существенную научную новизну и научный результат*.

Итак, формируемое понятие истины должно обладать определенными признаками или, иными словами, отвечать следующим критериям: являться результатом научной деятельности человека; понятие истины должно быть, как правило, эксклюзивным; оно должно обладать существенными отличиями в сравнении с известными понятиями истин. Эти критерии будут рассмотрены в следующем параграфе.

2.1.2. Критерии определения понятия истины

Применительно к родовому признаку образования понятия истины возникает вопрос о его связи с понятием *процедуры образования*. Процедура образования понятия истины определяется в функциональном плане, т. е. характеризуется как совокупность средств

образования понятий в системе понятий, используемых в науке и общественной практике для достижения различных целей. Основываясь на этом, можно считать, что родовый признак образования понятия истины следует понимать как требование, чтобы понятие истины относилось к определенной области науки. В тоже время, область науки не является единственным предметом деятельности по образованию понятий: образование понятий истин осуществляется в сферах народного образования, культуры и пр.

Установим в качестве родового признака понятия истины именно *процедуру образования понятия истины*, что указывает на строго определенное содержание понятия истины, а именно — связанное с объектом, процессом и однородным материальным объектом (веществом).

В связи с этим важное значение приобретает вопрос о предметах образования понятий истин. **К предметам образования понятий истин будем относить: объект, процесс и однородный материальный объект (вещество).**

Таким образом, семантически значимое понятие истины характеризуют не только общие критерии, но и предметы составляющие сущность понятия истины.

Заметим, что решение задачи образования понятия истины есть указание на конкретные пути (средства) решения задачи образования понятия истины, а не просто ее постановка: как бы ни была важна поставленная задача образования понятия истины, какие бы перспективы дальнейшего развития научной и технической мысли ни были с ней связаны, при наличии одной лишь постановки задачи образования понятия истины образованного понятия истины нет.

Итак, как мы уже говорили, будем так регламентировать понятия истины: **объект, процесс и однородный материальный объект (вещество).**

Объект как предмет понятия истины характеризуется конструктивными (компоновочными) средствами — определенными формами элементов (деталей, узлов), их взаимным расположением, средствами связи и взаимодействием, соотношением размеров и т. п.

Процесс как предмет понятия истины характеризуется технологическими средствами — различного рода процессами (обработки, наблюдения, контроля и пр.), содержанием которых являются процедуры (операции), их последовательность, сочетание, режимы (температурные, временные и пр.) и т. д.

Однородный материальный объект (вещество) как предмет понятия истины характеризуется качественными средствами — ин-

гредидентами, их новым соотношением (долевым, весовым, процентным), новым сочетанием и пр.

В принципе этот предмет понятия истины характеризуется структурными отличиями (вновь синтезированного соединения). В описании понятия однородного материального объекта (вещества), полученного химическим путем, должны быть приведены также данные о его химическом строении, физико-химических свойствах, а также раскрыт процесс (процессы) получения этого вещества.

Эксклюзивность понятия истины. Эксклюзивность понятия истины имеет существенное значение при его семантическом толковании, так как позволяет избежать повторяемости при образовании нового понятия истины. В определении понятия истины следует избегать критерия существенной эксклюзивности понятия истины. Названный критерий является неудачным, прежде всего, в семантическом плане, поскольку приводит к смешению двух различных понятий истины — формальной эксклюзивности и качественного уровня организации понятия истины в сравнении с известным уровнем знаний. Мы будем использовать отчетливое выражение идеи отделения признака эксклюзивности понятия истины от критерия качественного уровня организации понятия истины. Можно утверждать, что признак эксклюзивности понятия истины имеет самостоятельное значение и, таким образом, понятие эксклюзивности не может быть выведено из какого-либо другого понятия истины.

Литература бедна исследованиями критериев эксклюзивности понятия истины. В настоящей работе мы постараемся в предельно отчетливой форме выявить те допущения и абстракции, которые необходимы для формулирования эксклюзивности понятия истины и которые можно успешно использовать для установления формальной эксклюзивности понятия истины. Речь будет идти о критерии эксклюзивности, суть которого сводится к следующему. Научное познание истины есть процесс, имеющий какое-то *условное* начало во времени. В связи с этим заметим, что можно до бесконечности спорить о том, датируется ли современная наука трудами Галилея, Ньютона, Бэкона или ее первое достижение следует искать у александрийцев, Пифагора и более древних авторов; однако вряд ли возможны утверждения, что наука в принятом ныне смысле была свойственна мышлению неандертальца. Следовательно, если в принципе можно утверждать, что наука имеет некоторое временное начало, и если принять, что будут рассматриваться знания, зафиксированные в письменных текстах в виде понятий, то можно сделать следующие допущения:

1) все эти знания об истине выражены понятиями на языке современной науки;

2) каждая единица знания представима понятием истины и это понятие может быть индексировано;

3) единицы знания можно представить в виде упорядоченного определенным образом списка или серии списков понятий истин.

С учетом вышеизложенного критерий эксклюзивности понятия истины сформулируем следующим образом: та или иная единица научного знания (которым является понятие истины) считается эксклюзивной, если она к моменту ее создания отсутствует в списке ранее установленных научных знаний (понятий истин). Указанный критерий эксклюзивности полностью применим и к понятиям истин: понятие истины считается эксклюзивным, если оно неизвестно специалистам.

Существенные отличия. Не всякое, даже весьма оригинальное, ранее неизвестное понятие истины может быть признано научно-разработанным понятием: научно-разработанное понятие истины, которое хотя и признавать таковым, должно не просто логически вытекать из существующего уровня знаний, а представлять качественное развитие знания, превышать уровень существующего. Качественная оценка научно-образованного понятия истины и заключается в установлении его соответствия (или несоответствия) критерию существенных отличий.

Установим, что научно-разработанное понятие истины считается обладающим существенными отличиями, если по сравнению с понятиями, известными в науке и технике оно характеризуется новой совокупностью признаков. Следовательно, если при оценке эксклюзивности научно-разработанного понятия истины соотносящимся предметом служит извлеченное из совокупности существующих понятий «отдельное знание» об объекте, ближайшем к определяемому по своим элементам (признакам) и функции, то при качественной оценке научно-разработанного понятия истины соотносящимся предметом служит уже совокупность знаний (уровень техники).

Следует сказать, что дать исчерпывающее определение критерия существенных отличий — дело весьма трудное, однако смысл этого критерия, а также формы его выражения в конкретных предложениях в процессе накопления опыта образования понятий истин непрерывно конкретизируются.

Как отмечалось, понятие истины не может быть охарактеризовано лишь общими критериями, содержащимися в общем определении (техническое решение, новизна и др.): в понятие истины входит и характеристика его предметов. Причем, если общие критерии достаточно стабильны, круг предметов, воплощающих научно-

образованное понятие истины, непрерывно расширяется под влиянием научно-технического прогресса, различных экономических факторов. Как мы уже говорили, будем различать следующие предметы: *объект, процесс, однородный материальный объект (вещество)*. Следовательно, научно-технический результат, который будет претендовать на признание его понятием истины, должен четко подпадать под один из установленных предметов. В противном случае это может быть либо открытие, либо научная гипотеза, либо организационное предложение, либо предложение, непосредственно указанное в перечне существующих понятий истин.

Вместе с тем существует и другая проблема, возникающая в связи с типологией предметов понятий истин: неправильное отнесение сформированного понятия истины к одному из предметов (например, описывается процессное понятие, а рассматривают его как объектное понятие) влечет неблагоприятные последствия при семантическом толковании понятия истины.

Предложим методологию анализа объектных и процессных понятий.

Объект суть система расположенных в пространстве элементов, определенным образом взаимодействующих;

процесс - это совокупность процедур, выполняемых в определенной последовательности или с соблюдением определенных правил, например в течении определенного времени или в определенных условиях (при определенной температуре, определенном значении тока и пр.), т. е. *процесс* — не что иное, как система элементов, характеризующаяся их определенной последовательностью во времени;

однородный материальный объект (вещество), представляя определенную структуру, также характеризуется расположением составляющих ее элементов в пространстве.

Каждый из перечисленных предметов характеризуется строго определенными признаками, в связи с чем, прежде чем перейти к характеристике непосредственно упомянутых понятий истин, необходимо остановиться на понятии собственно признака объектных и процессных понятий истин.

2.2. Характеристика признаков объектных и процессных понятий истин

Будем различать ряд признаков характеризующих понятие истины, по которым следует определять, во-первых, относится ли предложенное понятие истины к одному из установленных предметов понятий,

во-вторых, — к какому именно предмету понятий относится предложенное понятие истины и, в-третьих, как эти признаки помогают составить правильно лингвистическое определение понятия истины — словесную характеристику сущности понятия истины в виде совокупности признаков, необходимых и достаточных для формирования определения понятия истины. Чтобы правильно составить определение понятия истины, удовлетворить требованию единства понятия истины (что исключительно важно для точного выражения сущности понятия истины), предмет понятия истины формулируется только из признаков того предмета, к которому относится образуемое понятие истины. Поэтому знание признаков предметов понятий истин очень важно.

Признаком предмета понятия истины будем называть всякое внесенное в определение понятия истины указание на использование в понятии истины элемента (узла или детали в объекте, операции или процедуры в процессе, ингредиента или компоненты в однородном материальном объекте (веществе)); на особую форму любого упомянутого в определении элемента; на взаимное расположение элементов; на наличие или форму связей между элементами, на соотношение размеров элементов, всякое указание на параметры, характеризующие температурные, временные, электрические и другие режимы и т. д.

Все признаки предметов понятий истин можно разделить по степени важности (существенности) признака для характеристики предмета понятия истины и по группам, характеризующим сущность предметов понятий истин.

Классификация признаков по степени их важности для характеристики предмета понятия истины.

По этому основанию признаки предметов понятий истин будем делить на существенные (главные), дополнительные и случайные (излишние).

Каждый предмет понятия истины, так же как и любой другой предмет, отражается в нашем сознании в виде множества признаков. Признаки характеризуют как весь предмет (всю истину) в целом, так и его части. Например, они могут характеризовать конструкцию, элементы объекта, принципы его работы, материал, из которого он сделан, его качество, чистоту поверхности, окраску и т. п. Совокупность всех признаков отличает данный объект (истину) от любого другого. **Нет двух объектов, абсолютно похожих друг на друга.** В совокупности признаков, присущих объекту, всегда найдутся признаки (например,

точность выполнения отдельных элементов, точность дозировки, положение объекта в пространстве относительно других тел и т. п.), отличающие его от другого, даже очень похожего объекта.

Однако среди многообразия признаков, характеризующих предмет понятия истины, есть признаки, выражающие сущность, природу предмета, его коренные свойства. Такие признаки будем называть существенными (главными). **Каждый из существенных признаков необходим, и все вместе достаточны для характеристики предмета понятия истины.**

Другие признаки лишь дополняют полностью охарактеризованный существенными признаками предмет или конкретизируют его существенные признаки. Если отсутствие в характеристике предмета понятия существенного признака приводит к неопределенности, к невозможности понимания этого предмета, то отсутствие дополнительного признака лишь уменьшает степень конкретизации предмета, не вызывая затруднений в его реализации.

При этом в одном предмете понятия истины в зависимости от решаемой задачи существенные и дополнительные признаки могут меняться местами; дополнительный признак может стать существенным, а существенный — дополнительным. Например, при создании автомобилей для стран с тропическим климатом, дополнительный признак — антикоррозийное покрытие нижней части автомобиля — становится существенным. При модификации предмета понятия истины обычно часть дополнительных признаков в зависимости от цели модификации и решаемой задачи становится существенной, а часть существенных признаков становится дополнительной или вообще отпадает. Например, на современных автомобилях отсутствует заводная ручка — существенный признак старых конструкций.

В формальной логике обычно обходятся двумя типами признаков: существенными и дополнительными. В логике понятий при анализе признаков предметов такая классификация недостаточна, и поэтому приходится вводить третий тип, а именно, излишние или случайные признаки.

Если существенные признаки характеризуют, а дополнительные конкретизируют понятие истины, то случайные признаки не требуются ни для характеристики, ни для конкретизации понятия истины. Дело в том, что любая конкретная истина наряду с существенными и дополнительными признаками содержит массу случайных признаков, характерных для местных конкретных условий и не имеющих к понятию истины никакого отношения. Эти случайные признаки не характеризуют понятие истины, поэтому при образовании понятия

конкретной истины следует фиксировать только существенные и дополнительные признаки, имеющие отношение не только к данной истине, но и к другим похожим истинам этого же класса. Например, мы хотим образовать понятие «карбюратор для автомобилей». Для образования понятия этой истины необходимо перечислить отличительные признаки присущие этому объекту. Опишем признаки принадлежащие понятию «карбюратор для автомобилей». Карбюратор для автомобилей содержит поплавковую камеру с поплавком, игольчатый клапан, смесительную камеру с жиклером, распылителем, диффузором, дроссельной и воздушной заслонками, в котором жиклер на стороне, обращенной к дроссельной заслонке, имеет раструб. Причем раструб выполнен в виде конической расточки в теле поплавковой камеры, а корпус — из алюминиевого сплава методом литья под давлением. С внешней стороны поплавковой камеры расположена заводская марка в виде латунной пластины, на которой выгравировано наименование завода-изготовителя, тип карбюратора и дата его изготовления. Опытный образец карбюратора изготовлен неудачно, так как был нарушен технологический режим при изготовлении корпуса.

В данном примере для образования понятия истины описана конструкция карбюратора, причем кроме целого ряда существенных и дополнительных признаков приведены также и случайные признаки, не имеющие к объекту образования понятия истины никакого отношения. К ним относятся сведения о заводской марке и месте ее расположения; сведения о причинах неудачи изготовления опытного образца корпуса карбюратора; сведения об изготовлении корпуса карбюратора из алюминиевого сплава методом литья под давлением, поскольку они не имеют никакого отношения к образу понятийного объекта. (Сам по себе способ литья мог бы составить предмет понятия истины, но это было бы уже другое понятие истины и другой понятийный объект.)

Итак, понятия реального объекта и понятийного объекта, для которого образовано понятие истины, не совпадают, так как в объем понятия «карбюратор для автомобилей» не входят случайные признаки, которые совместно с существенными и дополнительными характеризуют реальный объект.

Таким образом, совокупность существенных признаков, необходимых и достаточных для образования понятия истины, характеризует сущность понятия истины; совокупность существенных и дополнительных признаков описывает конкретную форму образования понятия истины; совокупность существенных, дополнительных и

случайных признаков описывает конкретную машину, устройство, способ или вещество, реализованные в промышленности.

Каждая группа понятий истин характеризуется своими специфическими признаками, которые, однако, подчинены общей закономерности по их значимости. В эту общую закономерность включается также взаимосвязь признаков понятийных объектов. Для характеристики понятийного объекта важно не просто перечислить его главные, обязательные признаки, но и выявить определенную, присущую данному конкретному объекту, взаимосвязь этих признаков. Указание на взаимосвязь главных, обязательных признаков имеет принципиальное значение, так как свидетельствует об их единстве и, следовательно, об одном эксклюзивном понятии истины, которое толкуется однозначно. Если же между группами главных, обязательных признаков нет структурной взаимосвязи, если группы признаков не зависят одна от другой и характеризуемая ими часть объекта может применяться в других сочетаниях, в других комплексных объектах, то это свидетельствует о возможности образования двух или более понятий истин, так как в комплексе нет единства решения.

Содержание понятия истины будем представлять в виде формулы определения понятия истины. В первом пункте формулы определения понятия истины перечисляются все главные, обязательные, взаимосвязанные признаки понятийного объекта, характеризующие объект лишь в самом общем принципиальном виде. Первый пункт формулы определения понятия истины отражает основное содержание (идею) понятия истины, но не отражает конкретных форм и решений частных задач, которые нужны для формирования определения понятия истины. Поэтому, составляя формулу определения понятия истины, необходимо подробно описать понятийный объект, указав все его признаки: как главные, так и дополнительные.

Дополнительные признаки есть у большинства понятийных объектов. Однако они не всегда отражаются в формулах определений понятий истин, а поэтому формулы определений понятий истин оказываются неполными, схематичными и часто не позволяют в семантическом плане однозначно толковать понимание понятия истины.

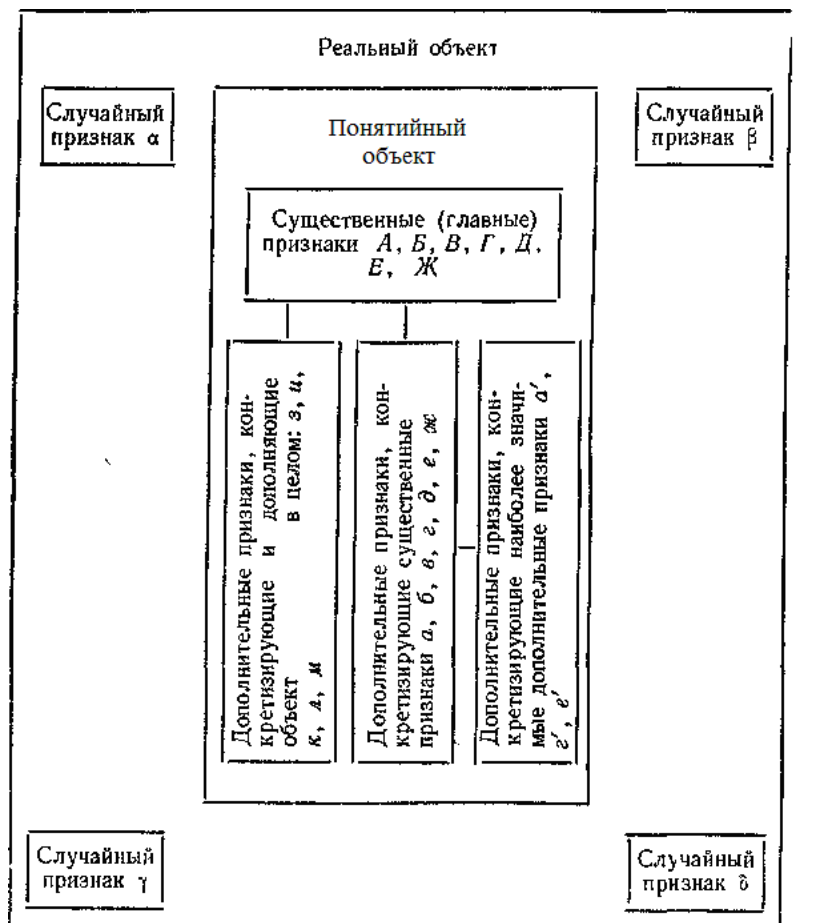
Если понятийный объект охарактеризован только существенными признаками, то может сложиться впечатление, что реальный объект в целом относится к одной категории понятий, а понятийный объект — к другой. Однако если в формулу определения понятия истины включены как главные, так и дополнительные признаки, то оснований для возникновения таких суждений нет, ибо объект охарактеризован

подробно и для образования определения понятия истины не требуется решать дополнительные задачи.

Дополнительные признаки понятийного объекта можно разграничить на: признаки, дополняющие и конкретизирующие определение понятия истины в целом; признаки, конкретизирующие существенные признаки определения понятия истины и признаки, конкретизирующие более значимые дополнительные признаки.

Подобное деление носит чисто условный характер: признаки приведенных трех групп по существу ничем не отличаются друг от друга.

Структурная схема расчленения и взаимоподчинения признаков реального объекта, для которого обозначается понятие истины (формула определения понятия истины), выглядит следующим образом.



В анализируемом реальном объекте выявляют и фиксируют минимум главных признаков, необходимых и достаточных для суждения о сущности объекта. Нельзя, например, характеризуя о веществе объект, указать, что он в основном состоит из двух конкретных ингредиентов, не упомянув остальных, если без них вещество не может быть охарактеризовано в достаточной мере, позволяющей его однозначно понимать. Но не обязательно указывать какой-либо конкретный краситель для вещества, если получение разной окраски вещества достигается с помощью различных красителей либо вообще без них. Этот признак необязательный, так как он не взаимосвязан с главными признаками.

Комплексный объект следует делить на отдельные части, если каждая из них несет самостоятельную функцию, структурно не взаимосвязана с другими, может выполнять свою функцию и в другом сочетании и представляет, таким образом, отдельное понятие. У каждого самостоятельного понятийного объекта в этом случае выявляются и фиксируются главные признаки, хотя каждый отдельный понятийный объект представляет собой только часть машины, станка и т. п. Однако если отдельные узлы или механизмы объекта структурно взаимосвязаны, т. е. способны выполнять свои функции только в данном конструктивном виде, только в сочетании с другими конкретными узлами, то в этом случае делить комплексный объект нельзя, так как взаимосвязь подобных узлов и механизмов является одним из главных и обязательных признаков, характеризующих комплексный объект. Затруднения могут возникнуть и вследствие большого количества обязательных признаков (это характерно для конструкций машин) и сложности их отграничения от дополнительных признаков, так как для формулирования определения понятия истины нужны не только главные, но и многие другие признаки.

При формулировании определения понятий истин необходимо тщательно анализировать признаки, не смешивая обязательные, главные с дополнительными, подчиненными. От правильности анализа признаков в дальнейшем зависит правильность изложения формулы определения понятия истины и, следовательно, правильное определение объема понятия истины.

Классификация признаков по группам, характеризующим понятийные объекты.

Множество признаков, характеризующих понятийные объекты (машины, механизмы, процессы, вещества и т. п.), можно классифицировать по нескольким формам или группам признаков. Естественно, что на эти группы разграничиваются все признаки независимо от их важности для понятия истины, т. е. и существенные, и дополнительные, и случайные признаки одинаково принадлежат к одной из групп признаков. При этом каждый вид понятийного объекта (объекты, процессы и вещества) имеет свои присущие только ему группы признаков. Однако между группами признаков разных видов понятий истин можно провести параллель, которая выливается в классификацию признаков, общую для всех видов понятий истин. Для каждого вида понятия истины будем различать пять групп признаков, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Классификация признаков по группам, характеризующим понятийные объекты

Номер группы	Группы признаков, характеризующие объект со стороны	Признаки, присущие		
		объекту	процессу	овеществленному объекту
I	Структуры	Элементы (узлы, детали)	Приемы, операции	Ингредиенты
II	Взаимоположения, взаимосвязи	Взаимоположение и взаимосвязь элементов	Последовательность операций	Взаимоположение ингредиентов
III	Формы	Геометрическая форма элементов, форма взаимосвязи элементов	Режимы, конкретные технологические параметры	Форма отдельных ингредиентов
IV	Соотношения	Соотношение размеров элементов	Соотношение материалов, используемых в процессах	Соотношение ингредиентов
V	Материала	Материал, из которого выполнены элементы	Элементы и материал, используемые в процессах	Характеристика ингредиентов

Следует иметь в виду, что кроме приведенных в таблице групп признаков, общих для всех видов понятий истин, существуют и другие группы признаков, характерные для каждого вида понятия истины. В этом мы убедимся ниже при анализе процесса как предмета понятия истины.

2.2.1. Объект как предмет понятия истины

Объект (искусственный) как предмет понятия истины — это обладающее существенными отличиями сооружение, изделие, являющееся конструктивным элементом или совокупностью конструктивных элементов, находящихся в функционально-конструктивном единстве.

Объектом (понятийным объектом) будем называть агрегаты, машины, механизмы, орудия труда, инструменты и другие продукты овеществленного труда, предназначенные для выполнения производственных и технологических процессов, для воздействия на природу или для удовлетворения любой потребности общества.

Такие объекты разделим на два вида.

К первому виду относятся приспособления, инструменты, орудия труда, готовые изделия. Объекты первого вида характеризуются тем, что ни они сами, ни элементы, из которых они состоят, в процессе работы не связаны между собой функционально, например, слесарные или столярные инструменты, детали до их сборки и т. п.

Ко второму виду относятся объекты (агрегаты, механизмы, приборы, электросхемы и т. п., отдельные узлы или детали), которые в процессе использования находятся в функциональной взаимосвязи. Одним из элементов устройств второго рода является источник энергии.

Объект характеризуется только ему присущими признаками. Если в формуле определения понятия объекта появляется признак, нехарактерный для объекта, значит формула определения понятия истины составлена неправильно или неправильно определен понятийный объект.

Признаками, характеризующими объект, являются:

I. Элементы, т. е. детали, узлы, агрегаты и тому подобные законченные материальные единицы, которые входят в объект.

II, а. Взаиморасположение элементов, т. е. положение элементов, которые описаны в первом пункте, относительно друг друга.

II, б. Взаимосвязь элементов, т. е. виды связующих органов или действий, при помощи которых элементы объекта воздействуют друг на друга, обеспечивая функционирование объекта.

III. Форма элемента, всего объекта или его части, а также форма взаимосвязи между элементами.

IV. Соотношение размеров элементов в объекте.

V. Материал, из которого выполнен элемент, группа элементов или весь объект.

I группа признаков, характеризующих любой объект, — элементы — является наиболее важной. **Без наличия элементов нельзя представить и описать ни один объект. Если нет признаков первой группы — нет объекта, так как сочетание признаков остальных групп без наличия элементов представляет собой бессмыслицу.** Наличие в формуле определения понятия истины новых элементов обычно говорит о том, что данное понятие истины обладает существенными отличиями. Как правило, новые элементы относятся к новым существенным признакам и отражаются в отличительной части первого пункта формулы определения понятия истины. Термины, при помощи которых признаки группы вводятся в формулу определения понятия истины, — это общеупотребительные, наиболее устоявшиеся названия элемента. Если такого названия нет, то необходимо употребить ближайшее родовое, общеупотребительное наименование с видовым отличием, характеризующим название элемента. Совершенно недопустимо использование специальных или местных, жаргонных наименований. Обычно признаки I группы (элементы) следует вводить в формулу определения понятия истины при помощи существительных в единственном числе и характеризовать причастиями совершенного вида.

Чаще всего признаки I группы следует вводить в формулу определения понятия истины при помощи следующих слов: снабжен, имеет, несет, размещен, установлен, встроен, содержит, включает, оснащен и т.п..

Признаки II группы, т. е. признаки взаимоположения и взаимосвязи элементов в понятийном объекте, — следующая по значимости группа для характеристики образуемого понятия истины. **Простой механический набор признаков объектов — еще не понятие истины.** Оно станет понятием истины, когда будет раскрыто взаимоположение, взаимодействие и взаимосвязь элементов, составляющих объект, что обеспечивается наличием признаков II группы. Если элементы (узлы, детали) можно сравнить с кирпичами, из которых возводится здание, то признаки II группы являются тем связующим раствором, который соединяет все кирпичи в единое здание.

К сожалению, признаки II группы в формулировке предмета понятия истины часто неоправданно опускаются. Редко такое исключение этих признаков оправдано. Конечно, если предметом понятия истины является, например, электродвигатель и формула определения понятия истины на него излагается в следующей редакции: «Асинхронный электродвигатель, содержащий статор и ротор, отличающийся тем...», вместо того чтобы сформулировать: «Асинхронный электродвигатель, содержащий статор и расположенный в нем ротор...», такую

формулировку определения можно оправдать тем, что асинхронный электродвигатель является широко известным объектом и даже неспециалисту ясно, что в асинхронном двигателе ротор может быть расположен только в статоре. Но если при характеристике объекта в формуле определения понятия истины просто перечисляется ряд элементов, из которых этот объект состоит, а сам объект не является столь же широко распространенным как, например, асинхронный электродвигатель, то такое положение совершенно недопустимо, так как простое перечисление элементов — это не описание понятия истины. Особенно важно указывать признаки взаимоположения и взаимосвязи при введении новых элементов (признаков I группы), поскольку неизвестно, где новый элемент должен быть расположен.

Новые признаки взаимоположения и взаимосвязи, как правило, сообщают, правда, в меньшей степени, чем новые элементы, объектам, к которым они относятся, новые качества, обеспечивающие возможность построения полной формулы определения понятия истины. Как и новые элементы, новые признаки II группы желательно фиксировать в отличительной части первого пункта формулы определения понятия истины.

Признаки взаимоположения и взаимосвязи следует вводить в формулу определения понятия истины обычно при помощи причастий совершенного вида, но иногда можно использовать и глаголы совершенного вида в прошедшем времени, например: прикреплен, соединен, расположен, размещен и т. д. Реже следует использовать глаголы несовершенного вида настоящего времени, например: воздействует, контактирует. Необходимо заменять такие глаголы на причастия, например: воздействующий, контактирующий и т. п.

Наиболее часто для выражения признаков взаимоположения и взаимосвязи в формуле определения понятия истины следует использовать слова-термины: воздействующий, связанный, контактирующий, встроенный, совмещенный, зафиксированный, взаимодействующий, соединенный, посредством, размещенный, с возможностью перемещения, сопряженный, скользящий.

Признаки III, IV и V групп, т.е. признаки, характеризующие форму (обычно геометрическую) элемента или форму взаимосвязи между элементами, соотношение размеров элементов и материал, из которого они сделаны, относят к вспомогательным признакам, т. е. к признакам, которые дополняют, конкретизируют понятие истины, выраженное при помощи первых двух групп признаков. Чаще всего сущность понятия достаточно полно выражается совокупностью элементов (узлов и деталей) и признаков взаимоположения и взаимосвязи. Признаки, выражающие форму элемента, а еще реже — соотношение элементов и

материал, привлекаются лишь для конкретизации определения понятия истины и поэтому носят вспомогательный характер. В формулировке определения понятия истины новые признаки последних трех групп используются обычно в отличительных частях зависимых пунктов формулы определения понятия истины.

Но иногда сущность понятия истины характеризуется именно признаками формы, соотношения размеров или материала. Тогда эти признаки будут не дополнять, а раскрывать сущность понятия истины, будут носить существенный характер и, следовательно, должны находиться в первом пункте формулы определения понятия истины. Естественно, что если эти признаки новые, то они должны быть в отличительной части формулы определения понятия истины. Поэтому принадлежность признака одной из трех последних групп еще не дает оснований считать этот признак дополнительным. Такое утверждение носит вероятностный характер, т. е. вероятность того, что он дополнительный, выше. Окончательно же вопрос может быть решен лишь при анализе формулы определения понятия истины по существу. При введении в формулу определения понятия истины признаков последних трех групп рекомендуется использовать слова: выполненный в виде, представляющий собой, в отношении (1 :2), П-образная.

2.2.2. Процесс как предмет понятия истины

Процесс как предмет понятия истины — это обладающий существенными отличиями процесс выполнения взаимосвязанных действий, необходимых для достижения поставленной цели образования понятия истины.

Процесс отличается от принципа действия машины или механизма тем, что в нем отсутствует причинно-следственная связь между операциями и приемами, которые объединены лишь общей задачей. В этом плане можно сказать, что **процесс** — это совокупность последовательно осуществляемых действий (операций), между которыми отсутствует причинно-следственная связь и которые объединены лишь общей решаемой задачей образования понятия истины.

К процессам (искусственным) относятся:

- а) процессы добычи, заготовки и получения сырья и материалов;
- б) технологические процессы как совокупность действий, направленных на материальные объекты с целью их полезного преобразования — процессы обработки и переработки сырья и полуфабрикатов в готовые продукты и изделия;

- в) процессы предохранения готовых веществ от вредных влияний, обеспечения их сохранности, а также маркировки, расфасовки, укладки, дозирования, упаковки продуктов и изделий;
- г) процессы измерения, испытания и контроля готовности, надежности, соответствия заданным параметрам искусственно созданных или существующих в природе объектов или явлений;
- д) процессы монтажа, сборки и установки изделий, оборудования, сооружений;
- е) процессы наладки, настройки, ухода, управления и регулирования, предупреждения аварийных ситуаций, обеспечивающие нормальное функционирование приборов, машин, агрегатов, поточных линий;
- ж) процессы уничтожения и переработки производственных или иных отходов, очистки, охраны внешней среды от загрязнений и т. п.;
- з) процессы воздействия на естественные природные процессы и явления с целью придания им полезного направления — процессы закрепления сыпучих песков; стимулирования роста растений и животных; селекции и гибридизации и т. п.;
- и) процессы профилактики, диагностики и лечения заболеваний людей и животных.

Процесс, так же как и объект, характеризуется присущими только ему признаками. При характеристике процесса не следует использовать признаки других видов предметов образования понятий истины.

Процесс характеризуется следующими признаками:

I. Процедурами, операциями, т. е. **различными целенаправленными действиями, совершаемыми для достижения определенной цели. Совокупность и последовательность операций составляет законченный технологический процесс.**

II. Последовательностью операций. Последовательность операций в технологическом процессе может быть различной. Часто однородные технологические процессы включают одинаковые операции, но различаются их последовательностью.

III. Режимом проведения операции, т. е. конкретными параметрами (температурой, давлением, концентрацией, временем — в химии; усилием резания, стойкостью резца — в металлообработке и т. п.), которыми характеризуется операция.

IV. Соотношением материалов, используемых при проведении процессов.

V. Использованием элементов (аппаратов, механизмов, машин, контрольно-измерительных приборов и т. п.) и материалов (сырья, полупродуктов, катализаторов) при проведении процесса.

Для характеристики процессов, так же как и для характеристики объектов, наиболее важной группой является первая. Сами операции и процедуры и составляют технологический процесс, **без совокупности процедур не может быть и признаков других групп** (последовательность, режим и т. п.). Наличие в предмете понятия новых операций обычно обуславливает для него наличие существенных отличий, так как наличие новой операции, как правило, сообщает предмету понятия истины новые свойства. Новые операции в процессе отражаются в отличительной части первого пункта формулы определения понятия истины.

Признаки I группы следует вводить в формулу определения понятия истины с помощью наиболее употребительных, устоявшихся названий операций (процедур). Обычно это глаголы действительного залога изъяснительного наклонения в третьем лице и множественном числе, например: нагревают, прессуют, добавляют, протягивают, разбавляют, перемешивают, окисляют, пробивают и т. д.

Признаки II группы — последовательность операций — тесно связаны с признаками I группы, так как всегда операции осуществляются в определенной последовательности. Сама по себе последовательность операций довольно редко является новым элементом, поскольку если имеется какой-то установившийся технологический процесс, то в нем чаще меняются операции или режимы их проведения и значительно реже меняется их последовательность. Зато введение в технологический процесс новой операции всегда сопровождается введением признака последовательности. Отсюда в формуле определения понятия истины могут появляться такие выражения: «перед штамповкой нагревают», «после добавления серной кислоты перемешивают» и т. д. Поскольку последовательность операций тесно связана с самими операциями, а последние обычно являются существенными признаками и приводятся в первом пункте формулы определения понятия истины, то признаки II группы также включаются в первый пункт формулы определения понятия истины. Признаки II группы обычно вводятся словами: перед, после, до, вслед, одновременно, последовательно, параллельно, затем и пр.

Признаками III группы являются режимы проведения операций, которые конкретизируют признаки I и II групп. Режимом проведения операции называется конкретная форма ее осуществления. Например, форма проведения операции нагревания предусматривает определенный интервал температур, при котором проводится эта операция, и времени, в течение которого эта температура поддерживается. Режим проведения операции прессования — значения

прикладываемого усилия, температуры, при которой ведется прессование, и т. д.

Известные признаки III группы редко указываются в формуле определения понятия истины, а новые признаки могут указываться в отличительных частях определения, как дополнительных, так и главного пункта формулы определения понятия истины. Обычно если предложение заключается в добавлении (или замене) одной или нескольких операций и указании режима их проведения, а также в изменении режима проведения известной операции, то совокупность известных и новых операций следует указывать в первом пункте формулы определения понятия истины, а режимы их проведения — в дополнительных. Если предложение заключается в изменении режима проведения совокупности операций и это изменение может составить предмет нового понятия истины, то параметры, характеризующие режим операций, указывают в первом пункте определения. Несмотря на то что признаки III группы чаще указываются в дополнительных пунктах определения, они очень важны для характеристики процесса, поэтому их необходимо указывать при формулировке предмета понятия истины. По своей значимости признаки III группы стоят непосредственно после признаков I группы.

В формулу определения понятия истины признаки III группы должны вводиться обязательно с указанием интервала, например при температуре от 20 до 50° С, при давлении от 1,5 до 2 атм и т. д.

Признаки IV группы - указание на соотношение материалов и веществ, применяемых в процессе, — обычно используются при характеристике процесса проведения химического процесса или процесса получения нового вещества. Эти признаки, как правило, вводятся в дополнительные пункты формулы определения понятия истины.

К V группе относят признаки, характеризующие использование в процессе различных элементов (и материалов). Признаки, характеризующие элементы, как самостоятельные, используются только в дополнительных пунктах формулы определения понятия истины, а признаки, характеризующие материал, — в главных. Признак, характеризующий элемент, будучи введен в главный пункт формулы определения понятия истины, имеет подчиненное значение по отношению к той операции, для которой элемент (аппарат, приспособление, прибор и т. п.) применен, и служит в основном для характеристики этой операции, например: фильтруют в вакуум-фильтре, промывают в реакторе с рамной мешалкой и т. д.

2.2.3. Однородный материальный объект (вещество) как предмет понятия истины

Однородный материальный объект (вещество) как предмет понятия истины — это обладающее существенными отличиями искусственно созданное материальное образование, являющееся совокупностью взаимосвязанных элементов, ингредиентов, производство.

Под *однородным материальным объектом (веществом)* будем понимать характеризующиеся составом искусственно созданные материалы, обычно единые по своей структуре и используемые для изготовления различных элементов или в качестве готового продукта:

1) однородные материальные объекты, полученные механическим смешиванием ингредиентов, например: смеси, составы, различные марки цветных и черных металлов, разнообразные конструкционные материалы, замазки, шихта и т. п.;

2) однородные материальные объекты, полученные физико-химическими превращениями, при которых вместе с механическим смешением происходят некоторые практически трудно выявляемые химические процессы. Сплавы, керамические массы, строительные материалы, стекла и т. п. состоят из множества разных молекул, поэтому их невозможно выразить химической формулой. Такие однородные материальные объекты рассматриваются как полученные нехимическим способом;

3) однородные материальные объекты, полученные химическим способом, или химические соединения, в том числе и высокомолекулярные.

Однородный материальный объект, полученный нехимическим способом, характеризуется следующими признаками:

I. Ингредиентами, т. е. компонентами, составляющими однородный материальный объект после обработки, например после сплавления.

II. Взаимоположением ингредиентов.

III. Формой отдельных ингредиентов.

IV. Соотношением (пропорций) ингредиентов.

V. Характеристикой ингредиентов.

I группа признаков наиболее важна. **Без наличия ингредиентов нельзя представить себе никакой однородный материальный объект.**

Наличие нового ингредиента в составе однородного материального объекта позволяет считать, что объект обладает существенными от-

личиями, так как новый ингредиент обычно сообщает однородному материальному объекту совершенно новые качества.

Ингредиенты вводятся в формулу определения понятия истины при помощи терминов, которыми являются общеупотребительные названия этого ингредиента. Если ингредиент не имеет названия, то употребляется родовое наименование с видовым признаком.

Наименования ингредиентов вводятся в формулу определения понятия истины при помощи существительных (часто содержащих определения) единственного числа в именительном или винительном падеже.

II группа признаков — взаимоотношение ингредиентов — для однородных материальных объектов, полученных нехимическим способом, малоупотребительна. Для новых однородных материальных объектов, полученных химическим способом, признаки II группы характеризуют структурные формулы.

III группа признаков — форма отдельных ингредиентов — обычно используется в дополнительных пунктах формулы определения понятия истины. В главном пункте определения эти признаки редко имеют самостоятельное значение, а служат обычно для характеристики ингредиентов.

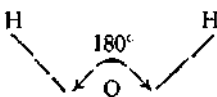
IV группа признаков — соотношение ингредиентов. Это наиболее важная группа признаков после I группы. Употребляется как в главном, так и в дополнительных пунктах формулы определения понятия истины. Если предложение представляет собой сочетание новых и известных ингредиентов и их соотношение, то обычно новые ингредиенты указываются в отличительной части первого пункта формулы определения понятия истины, а их соотношение — в дополнительных пунктах определения.

Если же предложение заключается просто в новом соотношении известных ингредиентов, то это соотношение указывается в отличительной части первого пункта формулы определения понятия истины.

В формуле определения понятия истины следует приводить не точное соотношение ингредиентов (это можно сделать в описании понятия истины), а лишь в известных границах, которые позволяют однозначно толковать понятие истины.

V группа признаков — характеристика ингредиентов — употребляется обычно в дополнительных пунктах формулы определения понятия истины. В главном пункте определения они используются только как определения к наименованиям ингредиентов, существенных отличий и самостоятельного значения не имеют. Однородный материальный объект, полученный химическим путем,

характеризуется признаками, определяющими его качественный (атомы определенных элементов) и количественный (число атомов каждого элемента) состав, химическую связь между атомами и взаимное их расположение в молекуле. Совокупность всех этих признаков необходима и достаточна для характеристики существа химического соединения, т. е. его химической природы, и может быть выражена структурной формулой молекулы химического соединения, например H_2O — вода; качественный состав — водород и кислород; количественный состав — 2 атома водорода и 1 атом кислорода; для выражения остальных характеристик необходима структурная формула:



из которой ясна химическая связь между атомами и взаимное их расположение. Но структурная формула и достаточна для выражения химической природы соединения, так как она включает все признаки, характеризующие химическое соединение.

Предмет понятия истины составляют впервые полученные химические соединения, характеризующиеся новой структурой.

Ко всем неорганическим соединениям следует применять перечисленные выше принципы, как к однородным материальным объектам, полученным химическим способом. Признаками, характеризующими полимеры (высокомолекулярные соединения), являются химический состав, структура одного звена макромолекулы, структура макромолекулы в целом (линейная, линейная с разветвлениями, сшитая, разветвленная, стереорегулярная), молекулярный вес. Эти признаки определяют свойства полимера.

Химический состав и структура одного звена макромолекулы могут быть выражены символом и названием полимера. Например, $(\text{CH}_2 - \text{O})_n$ — полиоксиметилен; $(\text{CH}_2 - \text{C}(\text{CH}_3) = \text{CH} - \text{CH}_2)_n$ — каучук натуральный. Структура макромолекулы в целом и молекулярный вес (МВ) могут быть выражены конкретно, например: сшитый полимер с МВ 100 000-150 000.

2.2.4. Корректные формы образования понятий ИСТИН

В предыдущих параграфах были подробно рассмотрены виды предметов понятий истин и их признаки. Эти признаки для каждого

конкретного понятия истины могут быть известными или новыми, могут быть существенными, дополнительными или излишними, но все вместе, за исключением излишних признаков, они характеризуют одно понятие истины. Новые признаки занимают в понятии истины особое место, ибо именно они делают его непохожим на остальные понятия истин, придают ему новые качества.

Новые признаки проявляются в понятии истины в виде вполне определенных корректных форм, которые выражаются в определенной взаимосвязи новых и известных признаков, в определенных сочетаниях новых признаков и в различном введении в формулу определения понятия истины новых признаков, относящихся к разным группам. Эти корректные формы полностью отражаются в формуле определения понятия истины. Значит новый признак вводится в формулу определения понятия истины таким образом, чтобы он соответствовал (совместно с другими новыми признаками, если они имеются) одной из корректных форм понятия истины. Введение нового признака в формулу определения понятия истины помимо разработанных корректных форм нежелательно. Соблюдение корректных форм при составлении формулы определения понятия истины помогает с определенной степенью достоверности определить наличие в образываемом понятии истины существенных отличий, а также разграничить существенные признаки от дополнительных. На соблюдении в формуле определения понятия истины определенных корректных форм основана методика определения формального понятия истины. Однако здесь необходимо делать следующую оговорку.

Введение новых признаков в формулу определения понятия истины в виде определенных корректных форм не только необходимо для контроля наличия в понятии истины существенных отличий, но и обеспечивает правильность составления формулы определения понятия истины и точное распределение новых признаков по пунктам формулы определения понятия истины, т. е. их разграничение на существенные и дополнительные.

Приведем корректные формы понятий истин, при помощи которых новые признаки предметов вводятся в формулу определения понятия истины:

1. Полностью новое сочетание признаков. Указывает на наличие существенных отличий, приводится в отличительной части первого пункта формулы определения понятия истины. Полностью новое сочетание признаков имеют так называемые корневые понятия истин.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет (объект, процесс, однородный материальный объект)..., характеризующийся тем, что он состоит из $A + B + C + D...$ ».

2. Частично новое сочетание признаков. Указывает на наличие существенных отличий, приводится в отличительной части первого пункта формулы определения понятия истины.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, содержащий $A+B$, отличающийся тем, что он содержит $C+D...$ », где $A+B$ — известное сочетание признаков, $C+D$ — новое сочетание признаков.

3. Введение нового признака. Указывает, как правило, на наличие существенных отличий.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, содержащий $A + B + C$, отличающийся тем, что он снабжен $D...$ », где $A+B + C$ — известные признаки, D — новый признак.

4. Замена части признаков новыми. Указывает, как правило, на наличие существенных отличий.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, содержащий $A + B$, отличающийся тем, что он содержит $C...$ », где $A + B$ — известные признаки, C — новый признак, который заменил имеющийся в прототипе признак C .

5. Использование более конкретного признака в качестве общепринятого. Нередко указывает на наличие существенных отличий.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, содержащий $A+B+C+D$, отличающийся тем, что D выполнен в виде $D'...$ », где $A+B+C+D$ — известные признаки; D' — конкретный признак, используемый в качестве D .

Как видим, в первых пяти корректных формах понятия истины используются только новые структурные признаки.

В следующих трех корректных формах понятия истины используются новые признаки связи и взаимоположения.

6. Новое взаимоположение признаков. Часто указывает на наличие существенных отличий, хотя редко эта корректная форма понятия истины используется самостоятельно. Гораздо чаще она должна использоваться совместно с одной из предыдущих корректных форм понятия истины.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, $A + B + C+D$, отличающийся тем, что A расположено над B , а C встроено в D » или «Предмет, содержащий $A + B + C + D$, отличающийся тем, что A выполняют перед B , а C одновременно с $D...$ », где A, B, C, D — известные признаки.

7. Новый тип связи и взаимодействия между признаками. Часто указывает на наличие существенных отличий, особенно для таких понятий истины, как электрические схемы, для которых эта корректная форма понятия истины используется самостоятельно, для других понятий истин чаще используется совместно с корректными формами понятия, где присутствуют структурные признаки.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, содержащий $A + B + C + D$, отличающийся тем, что A контактирует с B , а C одновременно соединено с A и $D...$ », где A, B, C, D — известные признаки.

8. Совместное использование применявшихся ранее порознь признаков в виде нового сочетания. Указывает на наличие существенных отличий только, если появляется новый эффект, которого не наблюдается при использовании порознь примененных признаков.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, содержащий $A + B$, отличающийся тем, что они используются совместно с $C + D...$ », где $A+B$ и $C+D$ — известные признаки, применяемые по своему прямому назначению.

9. Новая корректная форма (режим, структура) признака. Для объектов не указывает на наличие существенных отличий. Используется в зависимых пунктах формулы определения понятия истины. Нередко включается в первый пункт формулы определения понятия истины.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, содержащий $A + B + C + D$, отличается тем, что C выполнен цилиндрическим, а D в виде конуса...» или «Предмет, содержащий $X + B + C + D$, отличающийся тем, что C проводят при температуре до $50^\circ \text{C}...$ », где $A + B + C + D$ — известные признаки.

10. Новое количественное соотношение признаков. Для о вещественного объекта нередко указывает на наличие, а для остальных предметов понятий истин, как правило, на отсутствие существенных отличий (если нет других новых признаков).

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, содержащий $A + B + C + D$, отличающийся тем, что он выполнен на основе A, B взято от $a\%$ до $b\%$, C — от $c\%$ до $d\%$ и D — от $m\%$ до $n\%...$ », где $A+B + C + D$ — известные признаки.

11. Сочетание двух и более одинаковых признаков.

Указывает, как правило, на отсутствие существенных отличий. Используется, но не часто, в зависимых пунктах формулы определения понятия истины. Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, содержащий $A + B + C + D$, отличающийся тем, что

D образует цепочку из трех элементов...», где $A + B + C + D$ — известные признаки.

12. Использование нового материала. Иногда указывает на наличие существенных отличий в процессе, реже в объекте и практически никогда в материальном объекте.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Предмет, содержащий $A + B + C + D$, отличающийся тем, что D выполнен из фторопласта...», где $A+B + C+D$ — известные признаки.

В этой форме под использованием нового материала для материального объекта понимают характеристику ингредиента, например, предварительно обработанный сплав.

К этой форме относится также иногда использование в процессах нового количественного сочетания материалов.

13. Использование известных технических средств, ранее не применяемых для этих целей. Характерно только для процесса. Как правило, указывает на отсутствие существенных отличий. Существенные отличия появляются лишь при использовании совместно с новой операцией.

Схема введения в формулу определения понятия истины: «Процесс, состоящий в $A+B + C+D$, отличающийся тем, что D осуществляют в вакуум-филт্রে...», где $A +B + C+D$ — известные признаки.

Все рассмотренные тринадцать корректных форм понятий истинных предметов можно свести в единую таблицу, которая показывает, какой вид понятия истины образует данная корректная форма с конкретными признаками, а также насколько существенны отличия полученного объекта.

Таблица 2

Корректные формы образования понятий истин

№ п.п.	Форма новизны	Признаки, используемые в данной форме	Элементы (узлы, детали)	Приемы (операции)	Ингредиенты	Формы, наиболее часто использующиеся с данной
1	Полностью новое сочетание признаков	Структурные	У	С	В	—
2	Частично новое сочетание признаков		То же	То же	То же	6, 7, 9, 11 (для устройства)
3	Введение нового признака	Структурные	У, с	То же	То же	6, 7, 9, 12, 10 (для вещества)
4	Замена части признаков новыми		То же	У, у	С, с	То же
5	Использование более конкретного признака в качестве общепринятого	То же	То же	То же	В, с	9, 12
6	Новое взаимоположение	Взаимосвязи и взаимоположения	То же	С	—	2, 3, 4
7	Новый тип связи и взаимодействия между признаками		То же	У, у	с	—
8	Совместное использование применявшихся ранее порознь признаков в виде нового сочетания	То же	У, У	С	—	—
9	Новая форма (режим, структура) признака	Формы	То же	С, с	в	2, 3, 4, 5
10	Новое количественное соотношение признаков		Соотношения	у	—	В, с
11	Сочетание двух и более одинаковых признаков	То же	То же	С, с	С, в	2 (для устройства)
12	Использование нового материала	Материал	у, У	С, с	С, в	3, 4, 5
13	Использование известной аппаратуры, ранее не применяемой для этих целей		У	с	—	—

Принятые обозначения: У — объект (новизна существенная); у — объект (новизна несущественная); С — процесс (новизна существенная); с — процесс (новизна несущественная); В — материальный объект (новизна существенная); в — материальный объект (новизна несущественная).

2.2.5. Последовательность выявления отличительных признаков истин

Разберем методику выявления отличительных признаков в научно-обоснованной формулировке понятий истин как последовательность логических приемов и операций, направленных на выделение идеи по образованию нового понятия истины на основании изучения результатов конкретной научно-технической разработки, сравнение ее с известными понятиями истин той же задачи и формулировку вновь образываемого понятия истины как единой совокупности признаков. Рассмотрим этапы выявления отличительных признаков в научно-технической разработке.

Этап первый. Выявление отличительного признака начинается с определения, является ли предложение по образованию понятия истины решением задачи образования нового понятия истины. Устанавливается, имеет ли научно-техническое решение конкретные отличительные признаки, относится ли научно-техническая разработка к объектам, в которых можно определить такие отличительные признаки, которые позволяют образовать новое понятие истины.

Этап второй. На этом этапе производится выделение в научно-технической разработке отличительных признаков, которые могли бы быть обобщены на другие понятия истин этого класса или группы. Утилитарный, узко направленный, полезный только для данного конкретного случая признак практически никогда не может быть использован при образовании нового понятия истины, обычно он может быть использован для уточнения (конкретизации) существующих понятий истин. Новое понятие истины должно отражать что-то новое в научно-техническом прогрессе, поэтому не может локализоваться, замкнуться только на одном научно-техническом решении. Новое понятие истины должно сделать шаг, пусть небольшой, по пути совершенствования науки и техники и оказать, пусть даже незначительное, влияние на развитие науки и техники. В конкретной научно-технической разработке очень важно выделить общие признаки, которые были бы полезны при определенных условиях для целей группы образываемых понятий

истин и таким образом могли оказать влияние на научно-технический прогресс. Пусть даже это будет небольшая часть разработки или один из ее вариантов.

Этап третий. На этом этапе необходимо установить полноту информации по выявленному и обобщенному для целой группы понятий истин научно-техническому решению, очищенному от локальных наносных условий. Естественно, что перед началом разработки проводится ознакомление с научно-технической литературой. На базе знаний, почерпнутых из этой литературы, и рождается проект образования понятия истины.

Этап четвертый. Здесь рассматриваются признаки научно-технического решения и делается заключение, к какому предмету (объекту, процессу, материальному веществу) относятся выявленные признаки. Остановимся на следующих двух моментах. Во-первых, вид предмета, для которого разрабатывается понятие истины, не обязательно должен соответствовать виду научно-технического решения. Во-вторых, если при выявлении признаков предмета разработки понятия истины будут выявлены признаки двух или более видов предметов, относящихся к решению одной задачи разработки понятия истины, то следует рассмотреть вопрос о целесообразности разработки прототипа понятия истины на каждый вид предмета отдельно или совместно, а может быть, только на один выбранный вид предмета.

Иногда весьма трудно решить вопрос, на какой вид предмета составлять описание на предполагаемое понятие истины. В этом случае приходится параллельно формулировать определение понятия истины на несколько видов предметов, определять существенные отличия и полноту охвата содержания понятия истины по каждой формулировке определения истины и выбирать тот вид предмета понятия истины, где существенные отличия и полнота охвата содержания понятия истины значительнее.

Этап пятый. На этом этапе формулируется цель разработки понятия истины, причем желательно сформулировать все цели, т. е. начальную, промежуточную, конечную и пр., чтобы лучше понять назначение предложения по формированию определения понятия истины и затем при формулировке понятия истины легко выбрать цель, наиболее полно отражающую назначение предложения.

Естественно, что формулируется не цель конкретной разработки, из которой выявлены отличительные признаки, а цель разработки понятия истины, не содержащего недостатка, присущие аналогичным понятиям истин.

Этап шестой. На основе найденной научно-технической информации выбираются аналоги разрабатываемого понятия истины, т. е. предметы того же назначения, что и рассматриваемый, сходные по научно-технической сущности и по достигаемому результату при их использовании и близкие по совокупности признаков, которые послужили или могли бы послужить базой для разработки нового понятия истины.

Поиск аналогов ведется по всем доступным информационным источникам.

При поиске аналогов следует возможно более полно использовать преимущества справочно-поискового аппарата, а также разработанные поисковые системы, методы и средства автоматизированного поиска. Поиск аналогов заканчивается, если просмотрены все информационные источники, которые исследователь мог использовать, или найден аналог, полностью совпадающий по совокупности существенных признаков с предполагаемым понятием истины, или же аналог, часть признаков которого полностью совпадает с совокупностью существенных признаков разрабатываемого понятия истины.

Библиографические данные об аналогах заносятся в таблицу «Карта результатов исследования по источникам научно-технической информации».

Из найденных аналогов выбирается прототип разрабатываемого понятия истины — это наиболее близкий аналог по научно-технической сущности и по достигаемому результату при его использовании.

Для определения прототипа понятия истины проводится анализ отобранных при поиске аналогов и выявляется для каждого из них признаки, сходные с признаками предполагаемого понятия истины.

Выбор прототипа определяется максимальным количеством сходных существенных признаков предполагаемого понятия истины и аналогов, одним-двумя существенными признаками, которые в большей степени по сравнению с другими влияют на достижение эффекта и могут быть выделены из числа сходных с признаками аналога, максимально близким научно-техническим решением по предполагаемому эффекту.

Если в формуле определения понятия истины характеризуются предметы разных видов, то прототип определяется для каждого из них.

Если в формуле определения понятия истины предмет понятия истины охарактеризован совокупностью его существенных признаков как главных частей целого и дополнительно в последующих пунктах определения истины охарактеризовано содержание этих частей как форм выполнения существенных признаков, то в качестве прототипа может быть принят аналог, содержащий признаки, сходные с

существенными признаками предполагаемого понятия истины или с признаками предмета, характеризующими содержание этих частей, т. е. содержание существенных признаков.

Нежелательно использование в качестве прототипа нескольких аналогов (так называемый сборный прототип), если решение не характеризуется несколькими взаимосвязанными видами понятий истин.

Если выявленный предмет разрабатываемого понятия истины представляет собой соединение независимых частей, не связанных между собой, т. е. каждая из которых не влияет на функции другой части, то в качестве прототипа для такого понятия истины могли бы быть использованы одновременно несколько аналогов.

При выборе прототипа из аналогов учитываются и другие соображения. Разработчику нового понятия истины в качестве прототипа понятия истины следует выбирать такой аналог, который помог бы полнее раскрыть сущность понятия истины, выявить его отличительные стороны. Выбранный в качестве прототипа аналог понятия истины должен помочь выявить существенные отличия понятия истины. Может сложиться впечатление, что среди аналогов обычно есть одно понятие истины, которое по совокупности признаков максимально приближается к разрабатываемому новому понятию истины, и, следовательно, только оно является прототипом этой разработки. Действительно, если осуществляется разработка конкретного понятия истины, то так и будет. Но, как правило, в конкретной разработке ищут общее для целой группы понятий истин, которое и служит основой понятия истины. При этом степень обобщения может быть разной. И при каждой степени обобщения будет свой аналог, максимально совпадающий по совокупности признаков с этим обобщенным понятием истины, т. е. свой прототип, прототип для данной степени обобщения разрабатываемого понятия истины. Трудность же состоит в том, чтобы найти ту степень обобщения и соответствующий ей прототип, которые бы максимально проявляли содержание понятия истины, вскрывали его существенные отличия.

Как этого добиться? Общих рекомендаций здесь нет. Необходимо каждую степень обобщения решения проверить на существенность отличий и выбрать наиболее перспективную с точки зрения проявления сущности понятия истины степень обобщения. Кроме того, надо стараться так выбрать степень обобщения решения по разработке понятия истины, чтобы соответствующий прототип являлся объектом широко известным.

Этап седьмой. Далее определяются существенные отличия выявленных признаков. Для этого используется наиболее подходящий способ оценки существенных отличий.

В тех случаях, когда выявленное решение при разной степени обобщения имеет различные аналоги, все они должны быть проверены на существенные отличия с помощью различных способов. В этом случае определяется наиболее перспективный с точки зрения существенных отличий вариант обобщения содержания понятия истины. Аналог этого варианта становится прототипом разрабатываемого понятия истины.

2.2.6. Методика и последовательность выявления признаков, используемых при разработке понятий ИСТИН

Прежде чем приступить к разработке формулировки определения понятия истины, необходимо выявить признаки предметов, которые будут использоваться при разработке понятия истины. Эти признаки, как правило, сосредоточены в новых научных исследованиях и технических разработках. Научные исследования и технические разработки оформляются в виде научно-технических решений. Именно в научно-технических решениях сосредоточены отличительные признаки предметов исследования, которые необходимо выявить, прежде чем приступить к разработке нового понятия истины.

Выявление отличительных признаков предметов преследует следующие цели.

1. Проверить, удовлетворяют ли выявляемые отличительные признаки требованиям, предъявляемым к разработке понятий истин, правилен ли выбор прототипа понятия истины.
2. Закончить выявление отличительных признаков четкой формулировкой предложения по разработке понятия истины в виде перечня взаимосвязанных признаков.
3. Выявить существенные и несущественные признаки вновь разрабатываемого понятия истины.
4. Сформулировать предмет разрабатываемого понятия истины, точно определить объем понятия истины.

Разберем этапы поиска отличительных признаков в научно-технических разработках, которые будут положены в основу разработки нового понятия истины.

Этап первый — выделение признаков, характеризующих научно-техническое решение. Для этого производят анализ — мысленное

расчленение решения на составляющие его части. Если анализируется объект, необходимо перечислить все основные узлы, агрегаты, детали, из которых он состоит, указать их взаимосвязь, форму выполнения и при необходимости — важнейшие соотношения размеров. Если анализируется процесс, то перечисляются операции, из которых он состоит, их последовательность в технологическом процессе и режим его выполнения, материалы и вещества, участвующие в процессе, технические средства для выполнения операций и т. п.

Не допускается описание данного вида объекта признаками, присущими объекту другого вида. Если сразу трудно определить вид объекта, так как научно-техническое решение характеризуется признаками нескольких (чаще двух) объектов, то при анализе необходимо выписывать все признаки независимо от того, к какому объекту они принадлежат.

Анализ — это ответственный этап выявления отличительных признаков предметов. Не всегда легко разбить целое научно-техническое решение на его составляющие части. Это далеко не механическая работа, так как требует детального знания сущности научно-технического решения. В противном случае анализ будет произведен неправильно, что может привести к неправильному выявлению отличительных признаков в научно-техническом решении.

Этап второй — разграничение признаков, выявленных на предыдущем этапе, на существенные и несущественные.

Разграничением признаков на существенные и несущественные получают совокупность существенных признаков, описывающих вновь разрабатываемое понятие истины, и совокупность несущественных признаков, конкретизирующих вновь разрабатываемое понятие истины в один из его вариантов. Из совокупности существенных признаков в дальнейшем может быть построен первый пункт формулы определения понятия истины, а из совокупности несущественных признаков — дополнительные пункты формулы определения понятия истины. Признаки записываются в таблицу (см. далее).

Этап третий — формулировка цели разработки понятия истины. Рекомендации по формулировке цели разработки нового понятия истины приводятся далее.

Этап четвертый — определение вида понятия истины и проверка единства понятия истины. На этом этапе определяют, все ли выделенные существенные признаки предмета относятся к решению одной задачи, т. е. не нарушено ли при составлении формулы определения понятия истины единство понятия истины (совокупность всех признаков должна относиться к решению только одной задачи, признаки должны быть объединены одной общей идеей, воплощенной

с их помощью). Если какой-либо признак выпадает из общей идеи решения задачи, не подчинен ей, а служит решению другой задачи, он нарушает единство понятия истины и должен быть удален из совокупности расчлененных признаков.

Этап пятый — выделение признаков, характеризующих аналоги понятий истин. Эта работа проводится точно так же, как выделение признаков в рассматриваемом научно-техническом решении (см. этап первый).

Этап шестой — разграничение признаков, характеризующих аналоги, на существенные и несущественные и разделение существенных признаков по типам, характерным для данного вида понятия истины. Работа проводится аналогично разграничению признаков предложенного научно-технического решения (см. этап второй).

Этап седьмой — проведение сопоставительного анализа существенных признаков предложенного решения с существенными признаками аналогов. Сопоставительный анализ ведут обычно по типам признаков. Например, для объекта сначала выясняют, все ли элементы (детали и узлы), на которые было разбито предложенное техническое решение, присутствуют в аналогах; затем проводят сравнительный анализ признаков взаимосвязи и взаиморасположения деталей, узлов и т. п. При этом выясняются новые существенные признаки предложенного технического решения, которые отсутствуют в аналогах.

При проведении сравнительного анализа следует определить признаки разрабатываемого понятия истины, сходные с признаками аналогов понятий истин. Сходными называются признаки идентичные или эквивалентные.

Идентичные признаки — это признаки, совпадающие по выполняемой функции и форме, т. е. по конструкции, материалу, технологии и т. п.

Эквивалентными называются признаки, совпадающие по выполняемой функции и достигаемому результату.

При определении эквивалентности признаков принимается во внимание их взаимозаменяемость, т. е. выполнение ими одинаковой функции при отличии по форме выполнения (по конструкции, технологии или материалу).

Эквивалентность признака подтверждается также тем, что использование признака аналога вместо эквивалентного в разрабатываемом понятии истины не придает последнему дополнительных полезных качеств или существенных преимуществ перед аналогом понятия истины. Признак разрабатываемого понятия истины считается известным, если он идентичен или эквивалентен

признаку прототипа понятия истины. Признак разрабатываемого понятия истины считается новым, если в прототипе понятия истины отсутствует идентичный или эквивалентный ему признак.

Этап восьмой — проверка правильности выбора прототипа разрабатываемого понятия истины. Когда разрабатываемое понятие истины и понятия-аналоги были расчленены на составляющие их признаки и был проведен сопоставительный анализ, выявивший новые признаки разрабатываемого понятия истины по сравнению с каждым аналогом, появляется возможность проверить правильность выбора прототипа. Прототип выбирается с учетом рекомендаций, изложенных в п.2.2.7.

Этап девятый — составление формулы определения понятия истины. Проведенная на предыдущих этапах работа подготавливает материал для составления формулы определения понятия истины. И если эта работа проведена достаточно тщательно, то формулировка определения понятия истины обычно не вызывает затруднений.

Затруднения, встречающиеся при составлении формулы определения понятия истины, свидетельствуют обычно, что или данное предложение не может быть квалифицировано как разработка, результатом которой может быть образовано новое понятие истины, или на каком-либо из этапов выявления отличительных признаков допущены серьезные ошибки.

Составление формулы определения понятия истины будет подробно рассмотрено в последующих разделах.

2.3. Описания понятий истин

Составление описания понятия истины — это первый этап процесса разработки понятия истины.

Описание понятия истины должно включать:

- 1) описание понятия истины с формулой определения понятия истины
- 2) чертежи, схемы и другие материалы, иллюстрирующие разрабатываемое понятие истины, если они необходимы для наиболее полного раскрытия смысловой сущности и значимости понятия истины.

2.3.1. Описание разрабатываемого определения понятия истины

Описание определения понятия истины является важнейшей частью процесса разработки понятия истины. Без преувеличения можно

сказать, что от тщательности, полноты и правильности описания разрабатываемого понятия истины зависит дальнейшее использование понятия истины в науке познания и созидания. Между тем, именно эта часть работы по формированию определения понятия истины вызывает наибольшие трудности: качество описаний понятий истины в ряде случаев чрезвычайно низкое, они составляют настолько неясно и неточно, что практически не могут быть поняты пользователями.

Нужно отметить, что язык, используемый при составлении описания, и в особенности формулы определения понятия истины, специфичен, отличается от языка обычной научной публикации. Использование именно такого языка позволяет разобраться в семантической сущности понятия истины, в силу чего в ряде случаев совершенство описания понятия истины, и в особенности формулы определения понятия истины, имеет решающее значение.

Описание с формулой определения понятия истины должно:

— полностью раскрывать семантическую сущность понятия истины и содержать достаточную информацию для дальнейшей разработки понятия истины;

— давать точное и ясное представление о новизне, существенных отличиях разрабатываемого понятия истины.

Описание понятия истины должно иметь следующую обязательную структуру: — имя понятия истины и класс принятой классификации понятий истин, к которому оно по мнению разработчика относится;

— область, к которой относится понятие истины, и преимущественная область использования понятия истины;

— характеристика аналогов понятия истины;

— характеристика прототипа, выбранного разработчиком;

— критика прототипа;

— цель разработки нового понятия истины;

— семантическая сущность понятия истины и его отличительные признаки; — перечень фигур графических изображений (если они необходимы); — примеры конкретного выполнения;

— формула определения понятия истины.

Отклонения от указанной структуры описания может допускаться в исключительных случаях, когда из-за характера разрабатываемого понятия истины необходимо применить порядок изложения, способствующий лучшему пониманию понятия истины.

При изложении описания понятия истины необходимо:

— использовать термины, общепринятые в данной области;

— соблюдать единство терминологии;

— использовать одну систему единиц измерения.

Не следует вводить в текст описания каких-либо чертежей и схем; в случае необходимости допускаются только химические, математические и другие формулы, причем все буквенные значения, входящие в математические формулы, должны быть расшифрованы.

Выбор единиц измерений должен согласовываться с действующими стандартами Международной системы единиц СИ.

Допускается применение в тексте описания лишь общепринятых сокращений: т. д., т. е., т. п. и др.

Не допустимы в описании обозначения марок, типов, серий изделий и т. п.

Имя понятия истины должно быть кратким и точным, содержать не более 8—10 значимых слов и соответствовать сущности понятия истины; оно должно характеризовать назначение предмета понятия истины или указывать на принадлежность к определенной отрасли науки и техники. Сочетать краткость с двумя последними требованиями в ряде случаев нелегко. Например, имя «Ключ» кратко, но не конкретно; имя «Устройство для окраски крыльев самолетов и тому подобных деталей» хотя и необоснованно длинно, но не однозначно; имя «Процесс охлаждения объектов» представляется неопределенным. Можно заключить, что идеальным при соблюдении вышеуказанных требований будет имя, вписывающееся в одну из рубрик классификатора понятий истины, что значительно облегчает классификацию рассматриваемых предложений. ***Имя понятия истины совпадает с начальными словами формулы определения понятия истины.***

Необходимо отметить, что правильная формулировка имени имеет большое семантическое значение, поскольку каталоги носителей понятийной информации (библиотеки понятий, альбомы понятий, модули понятий) содержат лишь имена понятий.

Если в разрабатываемом понятии истины содержатся два и более разных предмета, например процесс и объект, которые служат единой цели и могут применяться лишь совместно, имя понятия истины должно включать имена этих предметов (например «Процесс извлечения урана из урановых руд и устройство для его осуществления»).

Составление описания следует начинать с указания области, к которой относится понятие истины, и преимущественной области его использования. Эту часть описания следует начинать словами: «Понятие истины относится к...».

Описание не должно расширенно толковать понятие истины. Например, если формула определения понятия истины характеризует «Процесс изготовления свинцовой оболочки электрического кабеля»,

то в описании не следует писать, что «понятие относится к процессам изготовления металлических, например свинцовых, оболочек кабеля» или что «понятие относится к процессам изготовления свинцовых оболочек кабеля или труб».

Не следует в описании сужать объем понятия истины по сравнению с тем, как изложено в пунктах формулы определения понятия истины. Например, если формула определения понятия истины характеризует «Процесс изготовления металлических защитных оболочек электрических кабелей», то нельзя указывать в описании, что «понятие относится к процессам изготовления защитных оболочек из черных металлов», так как в формуле определения понятия истины также подразумевается изготовление этих оболочек и из алюминия, цинка и других цветных металлов.

В разделе «Характеристика аналогов понятия» следует описать известные аналогичные понятия истины той же задачи (аналога), т. е. предметы понятий истин того же назначения, что и разрабатываемое понятие истины, сходные с ним по сущности.

Аналоги приводятся из числа наиболее близких к разрабатываемому понятию истины.

В краткой характеристике аналога (или аналогов), т. е. в описании сущности известных понятий истин, должны быть раскрыты его (их) существенные признаки и обязательно указаны все те из них, которые имеют сходство с признаками разрабатываемого понятия истины. Должны быть отмечены и недостатки аналогов, которые частично или полностью устраняются в разрабатываемом понятии истины.

При поиске аналогичных разрабатываемому понятию истины, наиболее существенных решений необходимо исследовать описания понятий истины по соответствующему классу (классам).

В разделе «Характеристика выбранного прототипа» необходимо описать конкретное известное понятие объекта, процесса или вещества, наиболее близкого по сущности к разрабатываемому понятию истины, т. е. наиболее близкий аналог из ранее приведенных. При этом необходимо отметить все существенные признаки прототипа, общие для него и разрабатываемого понятия истины. В этом разделе должна быть приведена библиографическая ссылка на источник, в котором описан выбранный прототип.

В разделе «Критика прототипа» описываются только те его недостатки, которые устраняются разрабатываемым понятием истины.

В разделе «Цель разработки понятия» цель излагается объективно и обоснованно, без утверждений рекламного характера. Объективность цели обосновывается необходимостью удовлетворения научной потребности, вызвавшей к жизни данное решение научно-технической

задачи, или необходимостью совершенствования уже известного понятия истины.

Цель разработки понятия истины, указанная в п. 1 формулы определения понятия истины, должна быть причинно связана с признаками предмета понятия, которые перечислены в формуле определения понятия истины и обеспечивают достижение этой цели.

В описании разрабатываемого понятия истины допускается изложение и других целей (не упомянутых в формуле определения понятия истины), которые имелись в виду при разработке понятия истины.

В разделе «Сущность понятия» должно быть приведено краткое изложение содержания понятия истины в виде совокупности всех существенных признаков с выделением признаков, которые характеризуют новизну разрабатываемого понятия истины. Для составления этого раздела используется формула определения понятия истины, но имеющиеся в ней ***признаки должны быть не просто перечислены, а подробно разъяснены.*** При этом должна быть показана существенность отличий предмета понятия, т. е. ***раскрыта связь между новой совокупностью признаков.***

Если формула определения понятия истины многозвенная, в этом разделе описания в виде отдельных абзацев необходимо привести характеристику не только первого пункта, но и всех дополнительных пунктов формулы определения понятия истины.

После описания сущности понятия истины, в случае пояснения понятия истины прилагающимися к описанию графическими изображениями, должен быть приведен перечень всех фигур графических изображений с кратким указанием, что изображено на каждой из них. Фигуры нумеруются арабскими цифрами, при этом к каждой фигуре должно быть дано отдельное пояснение.

Если фигура, поясняющая описание, одна, она не нумеруется, но ссылка на нее должна быть приведена. Например: «на чертеже изображен общий вид предложенного...», «предложенный процесс поясняется схемой...», «приведенная схема отражает...» и т. д.

Представление четких и ясных чертежей или схем не освобождает разработчика понятия истины от необходимости составления подробного текстового описания разрабатываемого понятия истины.

В разделе описания «Примеры конкретного использования разрабатываемого понятия» описываются лучшие (или лучший) из примеров использования разрабатываемого понятия истины. Этот раздел имеет различия в зависимости от того, что описывается — понятия «истина-объект», «истина-процесс» или «истина-однородный материальный объект (вещество)».

Описание объектного понятия истины (в дальнейшем – истины-объекта) должно быть изложено так, чтобы упоминаемые в нем понятия элементов не нуждались в догадках и предположениях. Упоминаемые в описании элементы, а также связи между ними, в том числе между известными и новыми элементами, частями объекта, должны быть показаны на чертежах или схемах. Следует приводить ссылки на цифровые обозначения всех упоминаемых в описании элементов, показанных на чертежах. Цифровые обозначения соответствующих элементов проставляются по мере их упоминания в порядке возрастания, начиная с единицы. Этими же цифровыми обозначениями должны быть помечены элементы на чертежах или других графических материалах.

Все имеющиеся в описании позиции должны быть представлены и в графических материалах, при этом если описываемый объект поясняется несколькими фигурами, то первая позиция обязательно должна быть на первой фигуре.

Описание истины-объекта начинают с описания его структуры, рассматриваемой в статическом состоянии; здесь должны быть указаны все элементы, составляющие данную истину-объект и показанные на чертежах, пояснены их назначения, связи и взаимное расположение частей истины-объекта.

В этой части описания должны быть подробно изложены конструктивные, а также, при необходимости, технологические особенности истины-объекта.

После описания истины-объекта в статическом состоянии необходимо описать его действие или способ использования, ссылаясь при этом на цифровые обозначения на чертежах.

Следует указать оптимальный вариант разрабатываемого понятия истины и дать его характеристику.

Если понятие истины несложно и однозначность толкования понятия истины очевидна без описания, то допускается в полном объеме такое понятие истины не описывать.

Описание процессного понятия (в дальнейшем – истины-процесс) на примере выполнения процесса следует начинать с перечисления приемов, операций, процедур которые надо осуществить для достижения цели разрабатываемого понятия истины. При этом, если важна временная последовательность приемов, операций, то их совокупность приводится только в определенной последовательности, охарактеризованной в формуле определения понятия истины. Далее указываются реальные параметры режимов (температура, давление и т. п.) истины-процесса и применяемые при этом приспособления и вещества.

Приводимые примеры должны содержать, кроме основных параметров, упоминаемых в формуле определения понятия истины, также другие необходимые для характеристики истины-процесса показатели, например, вес исходных и конечных продуктов, выход продуктов, способы выделения и т. п., которые, хотя и отсутствуют в формуле определения понятия истины, но необходимы для воспроизведения процесса.

Количество конкретных примеров, помещаемых в описании истины-процесса, зависит от характеристики отличительных признаков, внесенных в формулу определения понятия истины. Если в формуле определения понятия истины в качестве отличительных признаков приведены параметры режима, например указан интервал температур нагревания реакционной массы и этот интервал сравнительно велик (минус 20 плюс 60°C), следует дать конкретные обоснования граничных значений интервала и привести по одному примеру на оптимальные и граничные значения этого интервала с подробным указанием характеристик или свойств выходного продукта (количество, качество).

Если интервал температур невелик и возможность проведения истины-процесса при его граничных значениях очевидна, достаточно привести один пример осуществления истины-процесса с оптимальными параметрами. Если в отличительных признаках истины-процесса получения вещества нет параметров режима, следует привести также один пример.

При составлении описания понятия истины на процесс получения группы соединений, представляющих собой один гомологический ряд, следует привести пример на процесс получения одного члена этого ряда, если возможность распространения этого процесса на другие члены ряда очевидна. Это относится не только к гомологическому ряду, но и к соединениям, характеризуемым общей структурной формулой определения понятия истины-процесса.

В описание истины-процесса получения нового химического соединения необходимо указать на биологическую или физиологическую активность соединения в отношении тех или иных органов или систем живого организма и привести соответствующие экспериментальные данные.

В конкретных примерах разрабатываемого понятия истины, относящегося к истинно-однородному материальному объекту (веществу) (смеси, растворы, сплавы, стекла и т. п.), приводятся ингредиенты, входящие в состав вещества, их характеристики и количественное соотношение. Количественное соотношение ингредиентов в конкретных веществах должно находиться в диапазоне

предельных соотношений ингредиентов, указанных в формуле определения понятия истины, включая и граничные значения диапазона. Если количественное соотношение ингредиентов выражено в формуле определения понятия истины в процентах по весу или по объему, то сумма значений процентов, взятая по ингредиентам, для конкретного примера вещества должна составлять 100%. Конкретные примеры выполнения должны относиться как к предельным значениям ингредиентов, так и к их средним значениям. Следует также указать физическое состояние и качество этих ингредиентов в исходном виде.

В описании определены понятия вещества, полученного химическим способом, должны быть приведены также данные о его химическом строении, физико-химических свойствах, а также раскрыт процесс (процессы) получения.

В описании следует привести сравнительные характеристики получаемых химических соединений (в случае синтеза соединений из известной группы), в частности данные о температуре кипения или плавления и спектральные характеристики. В случае новых, не описанных в литературе соединений в описании следует привести результаты полного анализа, доказывающие структуру полученных соединений и дающие значения физических констант.

При этом не допускается характеристика соотношения ингредиентов неопределенными выражениями, как-то: «около», «приблизительно», «примерно», «в области значений».

В описании понятия истины, включающего два или более разнородных объектов (вещество и процесс его получения, процесс получения какого-либо вещества и объекта для осуществления этого процесса), которые служат единой цели и могут быть использованы лишь совместно, приводится подробное описание каждого объекта. При этом в разделе «Область науки и техники» указывается область, к которой относится решение общей задачи, приводится (если есть) известное аналогичное решение той же общей задачи, указываются недостатки этого решения и цель образования нового понятия истины; в разделе «Сущность понятия» приводятся существенные признаки каждого из объектов.

В описании понятия истины должно быть четко показано, почему два или более объектов могут быть использованы лишь совместно.

Ни одна из частей описания понятия истины не может быть заменена ссылкой на описание этой части в другом документе, например, в каком-либо литературном источнике. Однако в описании допускаются ссылки на источник (источники), в котором описаны уже известные признаки понятия истины, содержащиеся в описании.

В разделе описания «Характеристика выбранного прототипа» приводится характеристика этого понятия истины.

Цель разработки нового понятия истины должна быть подкреплена убедительными доказательствами ее достижения. Необходимо провести объективный анализ преимуществ разрабатываемого понятия истины по сравнению с известными. Следует привести расчетные данные или детально объяснить, каким образом может быть достигнута цель понятия истины. Например, если цель понятия истина-процесса — повышение выпуска продукции, следует указать конкретно, почему и насколько он увеличивается.

Описание заканчивается формулой определения понятия истины (см. следующий раздел), т. е. кратким изложением признаков понятия истины, сделанным по рекомендованным правилам и характеризующим объем понятия истины, его новизну и цель.

Можно сказать, что успех составления формулы определения понятия истины зависит от правильности и глубины анализа описания понятия истины. Если анализ полон и правилен, если верно определен прототип, если точно выявлены действительно принципиальные признаки понятия истины, то не представит значительного труда изложение формулы определения понятия истины в соответствии с вышеуказанными требованиями, так как в этом случае формула определения понятия истины будет как бы краткой аннотацией проведенного по правилам анализа.

Вышеизложенное показывает, что формулу определения понятия истины необходимо составлять в строгом соответствии с принятыми правилами. **Всякая ошибка в формуле определения понятия истины — логическая, грамматическая, формальная — может привести к непониманию смысла понятия истины, его неправильному толкованию, искажению его смысла, может сузить или необоснованно расширить предмет понятия истины, лишить его необходимой ясности и определенности.** Поэтому описание понятия и формула определения понятия истины, составленные с нарушением вышеуказанных правил, не обеспечивают реализацию цели, поставленной для разработки нового понятия истины.

2.3.2. Графические изображения

Графические изображения должны полностью соответствовать описанию понятия истины, поскольку они содержат все названные в нем элементы понятия истины. Одной из ошибок описания понятия истины является включение в графические изображения тех элементов

понятия истины, которые либо несущественны, либо не отражены в тексте описания. Поскольку графические изображения носят эскизный характер, излишняя детализация пользы не приносит.

Графические материалы (чертежи, схемы, графики, рисунки), прилагаемые к тексту описания понятия истины, должны быть строго согласованы с текстом описания и давать отчетливое представление о предмете понятия истины.

Каждое графическое изображение нумеруется как фигура (рис. 1, рис. 2 и т. д.), независимо от вида этого изображения (чертеж, схема, график, рисунок и др.) в порядке единой нумерации, в соответствии с очередностью приведения в тексте описания.

В правом верхнем углу каждого листа графических изображений указывается сокращенное название понятия истины.

На одном листе может быть расположено несколько фигур, однако в этом случае они должны быть четко отграничены друг от друга. Если фигуры, расположенные на нескольких листах, образуют единую фигуру, то они располагаются так, чтобы полная фигура могла быть скомпонована без пропуска какой-либо части любой из фигур, изображенных на различных листах.

Каждый элемент любой фигуры выполняется пропорционально всем другим элементам этой фигуры за исключением случаев, когда различие пропорций необходимо для более четкого понимания понятия.

Масштаб чертежей и четкость их графического выполнения должны быть таковы, чтобы при фотографическом репродуцировании с линейным уменьшением размеров до $2/3$ можно было различать без затруднения все детали.

В чертежи не следует включать второстепенные детали, не упомянутые в тексте описания понятия истины. Однако количество и детализировка чертежей должны быть достаточны для уяснения сущности предложения по предполагаемому понятию истины.

Чертежи выполняются в линейном масштабе в соответствии с правилами изготовления технических чертежей на одном или нескольких листах, линиями одинаковой толщины по всей длине без растушевки и раскрашивания. Линии чертежа должны быть выполнены в черном цвете и быть достаточно плотными, темными, четкими, пригодными для репродуцирования.

Объект на чертеже должен быть изображен в прямоугольных проекциях (в различных видах, разрезах и сечениях), в необходимых случаях, для наглядности, чертежи могут быть дополнены изображением в аксонометрической проекции.

Разрезы следует показывать наклонной штриховкой с промежутками не менее 2 мм. Штриховка не должна препятствовать чтению ссылочных обозначений и основных линий. Для обозначения разрезов и сечений следует применять прописные буквы русского алфавита — для каждого разреза или сечения при одной секущей плоскости по две одинаковые буквы; *А — А, Б — Б* и т. д.; для обозначения углов — греческий алфавит; для обозначения участков деталей, узлов, устройств — латинский алфавит.

Не допускается показывать сечения и разрезы частей деталей и узлов без обозначений и пояснений, какому месту основного чертежа они соответствуют; фигуру, показывающую сечение или разрез, следует нумеровать цифрой, следующей за цифровым обозначением фигуры, на которой произведены разрез или сечение.

На чертежах не должно быть надписей и пояснений кроме названия понятия истины.

Все данные, поясняющие чертеж, должны быть изложены в тексте описания понятия истины.

В виде исключения, для облегчения понимания изображенного объекта, на чертежах допускаются краткие пояснения, например «вода», «пар», «открыто», «закрыто» и т. п. На одной фигуре чертежа должен быть изображен общий вид объекта (конструкции истины) или того его элемента, который является предметом понятия истины.

Отдельные проекции, части объекта могут быть изображены на том же или других чертежах. Фигуры на чертеже необходимо располагать так, чтобы листы чертежа были максимально насыщенными и чтобы чертеж можно было читать в вертикальном положении, т. е. короткие стороны листа должны быть нижней и верхней частью чертежа.

Размеры на чертежах не указываются. Если они имеют существенное значение для уяснения понятия истины, то их следует приводить в описании понятия истины.

Изображенные на чертеже элементы обозначаются теми же арабскими цифрами, что и в описании понятия истины, в порядке их упоминания в тексте описания. Один и тот же элемент на нескольких фигурах обозначаются одной и той же цифрой. Лишних, не упоминавшихся в тексте описания, цифровых или иных обозначений на фигурах быть не должно.

Цифровые обозначения узлов и деталей или буквенные обозначения разрезов и сечений, как правило, должны быть вынесены за пределы изображения обозначаемого узла или детали и соединяться с соответствующими частями прямой линией, более тонкой, чем линии фигуры.

Эти линии — выноски — должны оканчиваться с одной стороны точкой, а с другой — горизонтальной черточкой (полкой), над которой указывается цифровое обозначение.

Цифровые обозначения должны отстоять друг от друга и от линии изображения на такое расстояние, чтобы можно было рядом написать измененное цифровое обозначение, вводимое при корректировке.

В некоторых случаях допускается размещение позиций внутри контура изображаемого объекта (например, при наличии пустых мест внутри контура, необходимости пересекать выносной линией несколько деталей или заштрихованное поле и т. п.).

Цифровые и буквенные обозначения должны быть ясными и четкими. Толщина линий, букв и цифр должна соответствовать толщине линий чертежа или схемы, размер цифр и букв — не менее 5 мм.

Схемы выполняются без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделий (установок) показывается приблизительно. Схемы должны быть выполнены компактно, но без ущерба для ясности и удобства их чтения.

На схемах должно быть наименьшее количество изломов и пересечений линий связи.

При выполнении схем следует применять условные графические обозначения. Стандартные условные обозначения на схемах не поясняют. Нестандартизованные условные графические обозначения на схемах должны быть пояснены.

На схеме одного вида допускается изображать отдельные элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на работу схемы этого вида (например, на электрической схеме изображают кинематические или гидравлические элементы).

Рисунки должны носить схематический характер и быть простыми по выполнению. К описанию их следует прибегать лишь в том случае, если их невозможно проиллюстрировать чертежами или схемами (например, станок для фиксации животных, в котором надо показать положение животного).

Фотографии представляются только как дополнение к другим видам графического изображения. В исключительных случаях допускается представление фотографий как основного вида графических изображений, например, если необходимо показать этапы проведения хирургической операции. Однако в этом случае изображение на фотографии должно быть четким.

Формат фотографии не должен превышать установленных размеров листа или графических изображений. Фотографии малого формата должны быть аккуратно наклеены на листы белой бумаги.

В графиках, приводимых в тексте описания, для большей ясности следует помещать вдоль осей ординат и абсцисс надписи, указывающие, что обозначают величины, помещаемые на этих осях. Надпись надо располагать параллельно оси ординат или оси абсцисс в их средней части.

Надписи на самом графике, относящиеся к кривым и точкам, необходимо оставлять только тогда, когда их немного и они краткие. Надписи следует заменять позициями, которые расшифровываются в тексте описания.

Кривые графика следует вычерчивать четко, их линии должны быть толще координатной сетки.

2.4. Определение понятия истины как его формула

2.4.1. Назначение формулы определения понятия истины

Формула определения понятия истины — это краткая, составленная в виде аннотации по определенным правилам и форме словесная характеристика сущности понятия истины как единой совокупности признаков, взятых в их единстве, характеризующих понятие истины, которые необходимы и достаточны для его однозначного семантического толкования данного понятия истины.

Описание понятия истины должно давать полное представление о понятии истины, раскрывать его смысловое значение. В описании обычно содержатся подробные сведения о понятии истины с главными и дополнительными признаками. При отсутствии формулы определения понятия истины из-за таких подробностей возникает необходимость в многочисленных оговорках в тексте описания, указывающих на необязательность тех или иных элементов описываемого предмета, на возможность замены их другими и т. д. Кроме того, определение объема понятия истины по подробному описанию, требует затраты большого количества времени. В результате возникла потребность в необходимости краткой формулировки определения понятия истины, т. е. в необходимости **формулы определения понятия истины**.

Формула определения понятия истины имеет научно-техническое и информационное значение.

Научно-техническое значение формулы определения понятия истины. Формула определения понятия истины не только определяет границы понятия истины и фиксирует вклад ученых в научный прогресс, но и характеризует ту новую ступень, на которую поднимает науку данное понятие истины. Формула определения понятия истины кратко и четко выражает научную сущность понятия истины, т. е. отображает в логическом определении предмет понятия истины совокупностью его существенных признаков. Ученый в своей творческой работе обычно отправляется от какого-то существующего уровня развития науки и приносит новый научный результат, имеющий преимущества по сравнению с существующими. Максимально обобщенным предмет понятия истины описывается только в формуле определения понятия истины, где он, очищенный от всех конкретных, случайных признаков, предельно раскрывает смысл понятия истины.

Информационное значение формулы определения понятия истины. В формуле определения понятия истины описывается совокупность признаков, необходимых и достаточных для разработки понятия истины. Специалист по данной отрасли, познакомившись с формулой определения понятия истины, может понять его и использовать понятие истины в своих исследованиях. Это значит, что формула определения понятия истины приобретает важное информационное значение.

2.4.2. Основные требования, предъявляемые к формуле определения понятия истины и его разработке

Для того чтобы формула определения понятия истины в полной мере отвечала своему назначению, она должна обладать следующими основными качествами: лаконичностью, общностью, полнотой и определенностью, а также отвечать требованию единства понятия истины.

Лаконичность формулы определения понятия истины требует определения предмета понятия без лишних слов. Для достижения лаконичности и единообразия в толковании формулы определения понятия истины следует следовать определенным правилам формирования формулы определения понятия истины, в известной мере условным.

Общность (широта) формулы определения понятия истины заключается в том, что она определяет смысл понятия истины в

возможно более широких границах. Достаточно общая формула определения понятия истины охватывает своим смыслом понятие во всех обобщенных видах, а не только в частном изложении. Для достижения общности предмет понятия истины должен быть охарактеризован общими признаками, соответствующими его смыслу.

Полнота формулы определения понятия истины определяется включением в нее всех существенных признаков, составляющих понятие истины, причем не только общих, но и частных.

Определенность формулы означает, что записанные в ней признаки, характеризующие истину-предмет, не допускают произвольного истолкования.

Единство понятия истины отвечает требованию, чтобы одна формула определения понятия истины, относилась к одному понятию.

Формулировка определения понятия истины во многих случаях предопределяет распознавание или даже постановку проблемы. В определении обнаруживает себя сущность явления, которая может быть первого, второго и т. д. порядка. Например, понятие капитала первоначально определялось экономическими терминами. Сегодня существует иное его определение, учитывающее современные проблемы и потребности социально-экономического развития, например функционирование понятия "человеческий капитал". Аналогичные примеры можно привести по таким важным понятиям истины в менеджменте, как потенциал, цель, эффективность.

Разработка определения понятия истины — это один из методов исследования. Без определений понятий истин невозможно описание проблемы, оценка ситуаций, доказательства результатов, презентация идеи.

Существуют явные и неявные определения. Явные построены на поиске наиболее удачных с точки зрения практики синонимов, т. е. таких понятий истин, которые представляются бесспорными, которые известны, функционируют в системе знаний. Но определения не строятся только на сопоставлении понятий истин. Они конструируются посредством дополнения этих понятий, их ограничением, выделением существенных свойств. И это не менее важная часть определения, нежели сопоставление. Проанализируем с этих позиций, скажем, определение понятия "управление".

Управление — это целенаправленное воздействие, согласующее совместную деятельность людей. Оно построено на сопоставлении понятий "управление" и "воздействие". Но не всякое воздействие

может быть управлением. Есть воздействия случайные, непредвиденные. Поэтому необходимо выделить вид воздействия и его назначение — целенаправленное и согласующее деятельность. Аналогичным образом конструируется любое определение, но не всегда оказывается простым делом сконструировать определение. В конечном итоге практика подтверждает реальность и точность такой конструкции.

Существуют неявные определения. При таких его видах сущность и смысл явления передаются через использование понятия в контексте других понятий, в его концептуальных связях, функциях в системе объяснений и обоснований. Такое определение всегда неполно и неустойчиво, односторонне и туманно. Но с этим приходится мириться, как правило, до поры до времени. Ведь бывают такие явления, которые при исследовании первоначально можно только обозначить некоторым названием или термином, и только впоследствии возникает возможность определить их более точно. Это происходит в процессе последовательного формирования концепции. Примером тому могут быть понятия "менеджмент", "качество управления", "экологический менеджмент" и др.

Существуют правила разработки определения, которые нельзя нарушать, если стремиться к адекватности реальности, научной корректности, концептуальной значимости.

1. Правило соразмерности определяемого и определяющего понятий истин. Например, можно сказать, что метод управления — это вид воздействия. Но виды воздействия практически выделяются не только по методам управления, но и по функциональному содержанию, по силе воздействия, по реакции на него. Это явно не полное определение, сопоставляющее несоразмерные понятия.

2. Правило исключения порочного круга. Согласно этому правилу нельзя определять понятие истины либо через само себя, либо через другое понятие истины, которое, в свою очередь, определяется через исходное понятие истины. Например, можно определить понятие управляющая система следующим образом: управляющая система — это субъект управления. Но далее понятие субъекта управления определять через понятие управляющей системы. Кстати, нередко даже в словарях по управлению такие определения встречаются.

3. Правило ясности и конкретности всех понятий истин определяющей части. Это значит, что в определяющей части необходимо использовать только понятия истин известные, практически выверенные, общепринятые, понятные. Здесь не следует использовать метафоры или слова, допускающие многозначное толкование. Например, управление — это решающий фактор прогресса. Такое утверждение можно рассматривать как некий прием убеждения, дополняющее суждение, но не как определение ключевого для исследования или концепции понятия истины.

4. Правило различения определения-описания и определения-предписания. Первое относится к определениям понятий истин, функционирующих уже в деятельности, но требующих уточнения, второе — к понятиям истин, которыми оперируют по некоторой договоренности, в определенных условиях, в рамках некоторой концепции. В исследовании систем управления такие определения-предписания необходимы, например при использовании понятий "организация управления" и "управление организацией".

5. Определять понятие истины можно только посредством понятий определенных, иначе говоря, известных, понятных, принятых, проверенных. Нельзя определять понятие истины через неизвестное понятие. Например, контроль исполнения — это мониторинг качества. А что такое мониторинг? Что такое качество? И качество чего здесь предполагается?

Определение понятий истин является сильным формально-логическим методом исследования, без которого невозможно построить концепцию объяснения тех или иных явлений, невозможно отстаивать идеи и мысли, доказывать и обосновывать их значимость и практическую ценность. А все это необходимые элементы исследовательской деятельности. **Любой исследователь должен хорошо владеть этими методами.**

Особым видом использования формально-логических операций являются методы мыслительного эксперимента, который построен на мыслительном моделировании объекта исследования и установлении характера его поведения, при изменении каких-либо параметров или условий функционирования. При этом *эффект этих методов управления значительно повышается, если они сочетаются с*

имитационным моделированием с помощью компьютера и проигрыванием вариантов поведения объекта.

Мыслительно-логические методы исследования в значительной своей части построены на использовании приемов формальной логики, которыми исследователь должен владеть в полной мере. Поэтому **к мыслительно-логическим методам исследования истин можно отнести и методы классификации и построения типологии, методы доказательства и конструирования гипотез, метрологические методы (методы оценок).**

В практике исследований большую роль играет также признание и понимание выводов и рекомендаций, сделанных или разработанных исследователем. Поэтому *к арсеналу методов исследования надо также отнести методы научного обсуждения и научной полемики.* Многие исследовательские проекты и рекомендации возникали в результате успешно построенного и поставленного обсуждения проблем, научной полемики.

Это общая схема системы общенаучных методов исследований. Но некоторые из них требуют дополнительного объяснения и конкретизации, особенно те, которые играют наиболее существенную роль в исследовании систем управления, например, **методы доказательства**

Понятие доказательства в практике исследовательской деятельности рассматривается как приведение любых аргументов, подтверждающих некоторое положение. Такими аргументами могут быть факты, проверенные положения, заключения, точки зрения признанных авторитетов, результаты эксперимента.

Не все и не всегда можно доказать при помощи фактов, да и не всегда существуют доступные восприятию факты. В этом случае доказываемые положения выводятся из других, достоверность которых полагается установленной.

Надежность доказательства определяется аргументацией, фактологией, методологией его построения, формально-логическим следованием, готовностью к восприятию аргументов и фактов.

Доказательство — это интеллектуальная операция, состоящая в установлении истинности некоторого суждения, посредством его вывода из других суждений, истинность которых полагается установленной до этой операции и независимо от нее, а также посредством подтверждения фактами и практической деятельностью.

В зависимости от характера и особенностей предмета исследования и возможностей его проведения формы доказательства могут быть различными.

Существуют доказательства фактологические, опирающиеся в основном на фактический материал; формально-логические, главной опорой которых являются законы формальной логики; экспериментальные — построенные на эксперименте; эмпирические — опирающиеся на осмысленный и обобщенный опыт.

Корректность доказательства определяется его строением. В каждом доказательстве существует три элемента: **тезис**, **аргументы (основания)**, **демонстрация**:

тезис — это суждение, истинность и принятие которого устанавливается в доказательстве;
аргументы — суждения, из которых выводится тезис;
демонстрация — логическая форма связи названных двух элементов, обуславливающая необходимость выведения одного из другого, тезиса из аргумента.

Существует множество разнообразных приемов и способов доказательства.

1. Доказательство от определения. Оно построено на четком определении ключевых категорий — понятий истин, так, чтобы определения этих категорий не вызывали сомнений относительно их адекватности реальным явлениям и практическому опыту.

2. Доказательство от обратного. Если принимаются аргументы об абсурдности обратного, противоположного доказываемому, то считается, что первоначальное суждение истинно или, по крайней мере, корректно.

3. Доказательство, построенное на анализе свойств исследуемого объекта.

4. Доказательство по принципу приведения к нелепости, абсурдности. Это прием опровержения допущения истинности, которая оказывается нелепостью.

5. Доказательство на основе классификации факторов, позволяющей установить свойства объекта исследования и причины его оригинального поведения.

6. Аксиоматическое доказательство. Первоначально формулируется аксиома — бесспорное, понятное и принятое положение, затем строится доказательство, базирующееся, как правило, на нескольких аксиомах.

7. Фактологическое доказательство, в котором главную роль играет систематизация фактов.

8. Доказательство по рабочей гипотезе или концепции (гипотетическое, концептуальное доказательство).

9. Экспериментальное доказательство. Здесь главная опора — эксперимент и его результаты.

10. Доказательство по концентрации фактов. То или иное положение, вывод или идею могут доказывать не отдельные или разрозненные факты, а их определенная концентрация и конструкция. Факты надо накапливать и систематизировать.

Эффективность доказательства определяется правильным выбором его приемов в соответствии с предметом и характером исследования, особенностями и назначением его результатов. В обобщенном представлении эффективность доказательства зависит от множества факторов — гносеологических, методологических, социально-психологических, риторических. Но наиболее важную роль играют факторы, отражающие содержание доказательства.

Тезис или доказываемое положение должны соответствовать правилу точности формулировки, неизменности на всех этапах доказательства.

В практике нередко приходится наблюдать подмену тезиса, подмену понятий истин. Эта ошибка проявляется в том, что выдвинутый в начале доказательства тезис в процессе доказательства заменяется другим. Бывает подмена количественных характеристик тезиса (доказанное относительно части объекта переносится на весь объект), подмена модальности (вероятность выдается за достоверность).

В обеспечении эффективности доказательства необходимо следовать и **правилу истинности аргументов**. Часто встречаются ошибки недоказанного основания. Одной из распространенных ошибок является "круг в доказательстве". Она заключается в замкнутости аргументов, не выходящих на тезис. Принципом, предостерегающим от этих ошибок, является принцип доказательственной независимости аргументов. Если аргументационная процедура не является логически строгим доказательством, но обеспечивает некоторому суждению определенную степень вероятности, ее называют обоснованием.

2.4.3. Правила составления многозвенной формулы определения понятия истины

Требование общности в формуле определения понятия истины в соответствии с логическим законом обратного отношения вступает в противоречие с требованием полноты и частично определенности. Если в соответствии с требованием общности формула определения понятия истины должна состоять из минимально возможного числа общих признаков, то в соответствии с требованием полноты она должна включать все возможные существенные признаки предмета понятия. Эти противоречия преодолеваются правилом, по которому формула определения понятия истины может состоять из нескольких пунктов (так называемая многозвенная, или многопозиционная, формула определения понятия истины). При составлении первого пункта формулы определения понятия истины предпочтение отдается требованию общности, т. е. в этот пункт включается минимальное число обобщенных признаков предмета понятия, совокупность которых, однако, достаточна для характеристики сущности понятия истины. В остальных пунктах предпочтение отдается требованию полноты. Первый пункт составляется с такими необходимыми общими признаками, чтобы объем понятия истины выраженный совокупностью этих признаков, охватывал все последующие пункты, но сам первый пункт не зависит от последующих. Таким образом, ***первый пункт формулы определения понятия истины является главным,***

самостоятельным несущим основную смысловую нагрузку и не зависимый от последующих. Признаки предмета понятия,

включаемые во все следующие за главным пункты формулы определения понятия истины, должны развивать, конкретизировать и добавлять (но не изменять!) признаки, изложенные в основном пункте формулы определения понятия истины. Поэтому все последующие пункты излагаются так, чтобы в них отражалась синтаксическая и семантическая подчиненность, зависимость от первого или от предшествующих пунктов формулы определения понятия истины.

Рассмотрим теперь синтаксический и семантический смысл многозвенной формулы определения понятия истины. Обычно вновь разрабатываемые понятия истин формируются по результатам законченной научной или научно-технической работы, которая содержит признаки предметов новых понятий истин, максимально конкретизированное для реализации образования новых понятий истин или уточнения существующих. Причем вариант конкретизации зависит от условий и целей работы. Понятия истин, содержащиеся в работе, могут быть полезны для целой группы предметов, поэтому в первом пункте формулы определения понятия истины формулируется обобщенное понятие истины, а в последующих — конкретизированные его варианты.

Часто разработчики понятия истины стремятся изложить формулу определения понятия истины так, чтобы она характеризовала один наиболее разработанный и оптимальный, по их мнению, предмет понятия; по существу этот предмет нередко представляет собой только один из вариантов вновь разрабатываемого понятия истины. Таким образом, ряд связанных в определенной последовательности отличительных признаков, которые изложены в описании понятия истины, должен быть сформулирован в такой редакции, чтобы формула определения понятия истины характеризовала смысл понятия истины во всех возможных вариантах, точнее — в общем виде и во всех существенных частностях и дополнениях. Тогда будут выполнены предъявляемые к формуле определения понятия истины важнейшие и противоположные по своей сущности требования общности и полноты.

Многозвенная формула определения понятия истины имеет большое информационное значение, так как сущность понятия, выраженная обобщенно в первом пункте формулы определения понятия истины, не всегда может быть точно понята пользователем. Конкретизация предмета понятия в последующих пунктах имеет серьезное информационное значение. Из изложенного следует также, что нет необходимости записывать в формулу определения понятия истины дополнительные пункты, характеризующие признаки предмета не на

уровне дополнительного понятия истины. Как правило, во многих случаях к признакам дополнительных пунктов допускается менее строгий подход. Это объясняется тем, что дополнительные пункты не сужают синтаксис и семантику понятия истины по сравнению с первым.

Связи между пунктами многозвенной формулы определения понятия истины образуются указанием в начале каждого дополнительного пункта того пункта формулы определения понятия истины, признак которого развивается или дополняется и которому он непосредственно подчинен, например: «Объект по п. 1, отличающееся тем, что...» или «Объект по п. 2, отличающееся тем, что...».

В дополнительном пункте формулы определения понятия истины, характеризующей один предмет, во всех случаях под понятием «Объект по п. 1» подразумевается полное содержание первого пункта формулы определения понятия истины, т. е. совокупность всех без исключения признаков, приведенных в его ограничительной и отличительной частях.

В первом пункте излагается основная, «скелетная», конструкция, в которой воплощается идея понятия истины, а во втором пункте приводится одна из модификаций реальной конструкции понятия истины.

2.4.4. Общие правила составления первого звена формулы определения понятия истины или однозвенной формулы определения понятия истины

Первое звено формулы определения понятия истины представляет собой определение предмета совокупностью его существенных признаков.

Для достижения однозначности и лаконичности рекомендуется каждое звено формулы определения понятия истины излагать одним предложением без точек с запятыми. Лишь в тех исключительных случаях, когда характеризующих признаков очень много и их трудно изложить одним предложением, допускается отступление от указанного правила.

Первое звено предмета понятия истины делится на две основные части словом «отличающийся» («отличающееся», «отличающаяся»). Первая, доотличительная, часть содержит известные признаки, общие с признаками прототипа истины, а вторая, отличительная, часть — новые признаки. Иначе говоря, доотличительная часть формулы определения

понятия истины характеризует известный тип (или разновидность) предмета понятия, к которому относится данное понятие истины и который совершенствуется данным понятием, а отличительная часть содержит признаки, которые внесены в этот тип предмета понятия.

Обе части характеристики, доотличительная и отличительная, описываются только в сочетании, причем в совокупности всех признаков, которые записаны в характеристике. Доотличительную часть формулы определения понятия истины можно называть **ограничительной** из тех соображений, что она содержит признаки, расширяющие смысл понятия истины. **Открывается ограничительная часть всегда именем понятия истины.**

После слов «...отличающийся тем, что, с целью...» приводится цель разработки (функционирования) понятия истины.

Требование общности распространяется прежде всего на первое звено формулы определения понятия истины, поэтому совершенно недостаточно распределить признаки понятия истины в зависимости от их существенности по разным звеньям; необходимо, чтобы каждый признак включался в первое звено формулы определения понятия истины в максимально обобщенном виде, так чтобы формулировка первого звена охватывала все возможные частные случаи понятия истины.

В первое звено формулы определения понятия истины не следует включать точное соотношение размеров объектов, точные соотношения применяемых компонентов, точные технические характеристики процесса (температуру, давление) и т. п.; указания о выполнении того или иного предмета из определенного материала, если он может быть сделан из другого материала; дополнительные факультативные признаки понятия истины, т. е. такие, которые должны быть изложены во втором или последующих звеньях.

Чем больше признаков записано в первом звене формулы определения понятия истины, тем подробнее и конкретнее его редакция. Формула определения понятия истины должна быть составлена так, чтобы не выходить за пределы данного понятия истины, не охватывать неправомерно уже известное, а относиться к группе предметов, в которой это понятие истины может быть использовано.

Нельзя обобщать признаки предмета понятия настолько, чтобы формула определения понятия истины потеряла определенность. Для определенности понятия формула определения понятия истины не должна допускать произвольных догадок и предположений. **Она должна характеризовать не постановку задачи, не идею, а решение поставленной задачи в виде объекта, схемы технологического процесса и т. п.**

Редакция первого звена формулы определения понятия истины не должна позволять обхода формулы возможным исключением какого-либо признака из числа указанных в ней или заменой одного признака другим без дополнительного научного обоснования. По этой же причине нельзя вводить в формулу слова, выражающие не общие, а частные понятия истины, неправильно ограничивающие объем понятия истины. Например, вместо слов «привинчен», «припаян» следует применять слова «прикреплен», «соединен» и т. д., выражающие более общие понятия истины. Термины же, обозначающие частные понятия истины, следует применять лишь в тех случаях, когда они выражают суть предмета понятия, т. е. в том случае, когда нужно подчеркнуть, например, что предметы не просто скреплены один с другим, а склеены.

Нельзя вносить в формулу определения понятия истины указание на размеры, если сама сущность понятия истины не заключается в выборе определенного размера или замене одного материала другим.

Нельзя вводить в формулу определения понятия истины слова и выражения, вызывающие неопределенное представление, например: «толстый», «холодный», «достаточно легкий», «достаточно прочный», «небольшое количество» и т. п. Однако общепринятые выражения можно вводить в формулу определения понятия истины, когда ими традиционно характеризуется в той или иной области науки и техники конкретное понятие истины. Например, «процесс ведут при незначительном нагревании», «слабый раствор кислоты» и т. п. Указания в сравнительной степени, например «более толстый», «более прочный» и др., допускаются, если четко показаны объекты сравнения. Нельзя вводить в формулу определения понятия истины для характеристики какого-либо элемента слова «специальный», «особенный», «новый». Такие общие слова не дают никакого представления об истине.

Формула определения понятия истины должна быть изложена четко, простым и ясным языком, с применением терминов, общепринятых в научно-технической литературе. Термины, эпитеты, марки, условные сокращенные наименования, не имеющие широкого употребления или носящие рекламный характер, например «кран АМЖК», «сплав 5793», «высокопроизводительный ткацкий станок», «сверхпрочный полиэтилен» и т. п., не должны применяться. Общеупотребительные же термины и понятия, например «способ скоростного резания металлов», «жароупорная сталь», «твердый сплав», допустимы. Не следует писать «легкий токарный станок», но общепринятые термины «быстроходный токарный станок» или «легкий сплав» можно приме-

нять. **Не рекомендуется использование местных и жаргонных терминов и оборотов.**

Признаки в каждой части формулы определения понятия истины (ограничительной и отличительной) приводятся в порядке их важности для раскрытия понятийного замысла.

Каждый признак, впервые упоминаемый в формуле определения понятия истины, вводится в нее при помощи слов «состоит из», «снабжен», «имеется» и т. д. так, чтобы было ясно, введен ли новый признак, или изменена форма известного признака, или установлена новая взаимосвязь признаков.

Нельзя в отличительной части формулы определения понятия истины конкретизировать признак, если он не был упомянут в ограничительной части.

Следует избегать употребления слова «применен» в формуле определения понятия истины при характеристике предмета как совокупности признаков, так как это слово свидетельствует не о связи с известными признаками. Не следует употреблять его и в дополнительных пунктах формулы определения понятия истины.

2.4.5. Структура первого звена формулы определения понятия истины или однозвенной формулы

Первое звено формулы определения понятия истины состоит из имени понятия, ограничительной части, цели понятия и отличительной части.

Имя понятия — это имя той истины, для которой разрабатывается понятие, характеризующее узкую область, где используется понятие.

Имя понятия должно удовлетворять следующим требованиям.

1. Являться родовым признаком по отношению к остальным существенным признакам, составляющим формулу определения понятия истины. Например, имя понятия «Контейнер для хранения источников гамма-излучений» находится в родовидовом отношении к признакам, указанным в формуле определения понятия истины (корпусу, разгрузочной трубке, центральному барабану, крышке и т. п.).
2. Быть общим для прототипа и предложения.
3. Вписываться в рубрику Международной классификации понятий.
4. Должно отвечать сущности понятия истины. Нельзя называть понятия «Процесс...», если оно касается объекта или вещества, и наоборот. При несовпадении имени и содержания формула

определения понятия истины часто становится двусмысленной и создает трудности в определении объема понятия истины.

5. Точно соответствовать объему понятия истины. Например, если все отличительные признаки понятия истины относятся только к одному понятию «узел», то формировать понятие необходимо на этот узел, назвав понятие наименованием этого узла.

Например, совершенно правильно понятие названо «Радиационная головка аппарата для лучевой терапии», а не «Аппарат для лучевой терапии», так как понятие и, следовательно, все признаки формулы определения понятия истины относятся к одному узлу аппарата — радиационной головке.

Имя понятия истины может включать ограничительные определения истины, если понятия относится к ограниченному кругу тех истин, которые определяются общим термином.

Например, «Защитный транспортный контейнер», а не «Контейнер».

6. Должно минимальным числом слов определять общее назначение и тип предмета разрабатываемого понятия истины, т. е. имя должно представлять собой общее определение предмета понятия: машины, прибора, сооружения, конструктивного элемента, вещества, технологического процесса и при этом быть терминологическим или описательным. Терминологическое имя более предпочтительно. Например, лучше назвать «Тележка», чем «Устройство для перевозки грузов», название «Автопогрузчик» лучше, чем «Устройство для погрузки» и т. д.

Совершенно неудовлетворительным представляется имя понятия «Установка с источником гамма-излучения ^{60}Co ». Это и не терминологическое, и не описательное название. Оно говорит о том, что установка содержит какую-то часть (источник гамма-излучения), и эта часть конкретизирована (^{60}Co). Не говоря уже о том, что такая конкретизация значительно снижает объем понятия истины (почему кобальтовый источник, а не любой другой, например цезиевый?), имя понятия через целое и часть не дает ему возможности быть родовым признаком по отношению ко всем остальным признакам. Поэтому формула определения понятия истины оказывается составлена не по логическим правилам определения истины. Правильным было бы одно из следующих названий: терминологическое — «Радиационная установка», описательное — «Установка для облучения».

7. Должно быть общеупотребительным, не содержать специальных, условных или сокращенных названий. Применяемые термины должны носить общепринятый в научной литературе характер. Неудачно, например, названо понятие «Устройство для работы с закрытыми

радиоактивными препаратами». Термин «закрытый радиоактивный препарат» не употребляется в атомной технике. Остается только гадать, что имели в виду авторы описания: герметично упакованный радиоактивный препарат, радиоактивный препарат без пылеотделения или радиоактивный препарат, находящийся в защитном транспортном контейнере? Даже после изучения описания понятия эта неопределенность не проясняется.

Совершенно излишне включать в имя понятия слова «конструкция», «схема», например «конструкция манипулятора», «схема радиоприемника» и т. д.

Имя должно излагаться в единственном числе: «Радиационная установка», «Защитный транспортный контейнер» и т. д. Множественное число для имен понятий следует применять лишь тогда, когда этого нельзя избежать по правилам русского языка: «Защитные откатные ворота» и т. д.

Имя должно характеризовать, как правило, видимый предмет или видимый технологический процесс. Следует избегать включения в название цели понятия в виде технического, физического, биологического эффекта, например, нежелательно писать «Объект для повышения устойчивости деформаций штока гидравлического плунжера». Лучше написать «Гидравлический плунжер».

8. Должно быть предельно кратким и конкретным, соответствующим сущности понятия истины. Этому требованию не отвечает понятие, которое названо «Терапевтическое средство для подвижного облучения рентгеновскими гамма-лучами и другими видами проникающего излучения». Абсолютно не конкретно названо понятие «Пневматическое управляющее средство». Управляющее чем? Из описания понятия можно уяснить, что это управляющее средство можно использовать лишь при транспортировке шарообразной радиоактивной ампулы из места хранения к месту просвечивания, т. е. для вполне конкретных утилитарных целей. Давать широкое и неопределенное название объекта, приспособленного для столь узких целей, — неправомерно.

9. Должно использовать повествовательную без инверсий очередность слов. Например, «Поршневой насос», а не «Насос поршневой», «Транспортный защитный контейнер», а не «Контейнер защитный транспортный» и т. д.

10. При описательном названии понятия должно включать частицу «для». Необходимо писать, например, «Средство для перемешивания», а не «Средство перемешивания».

11. Имя дополнительного понятия должно в точности соответствовать основному.

12. Недопустимо указывать в имени отличительные признаки предмета понятия.

Ограничительная часть открывается именем понятия истины, которое может быть конкретизировано, но лишь за счет терминов, размещаемых вслед за собственно именем понятия. Непосредственно после конкретизированного имени в первое звено формулы определения понятия истины включают совокупность существенных признаков, общих для предложения и прототипа. Эта совокупность описывается в формуле определения понятия истины во взаимосвязи и вводится в нее при помощи слов «содержание», «включающий», «включающее», «состоящий», «методом», «на основе», «вводят», «берут» и т. п. Выражения «включающий» и «содержащий» в ограничительной части указывают, что помимо существенных признаков, перечисленных в формуле определения понятия истины, предмет понятия имеет другие признаки, которые не упомянуты в формуле определения понятия истины. При использовании в ограничительной части таких выражений, как «состоящий из» или «составленный из», предполагается, что предмет понятия характеризуется только совокупностью признаков, которая перечислена в формуле определения понятия истины.

В ограничительной части первого звена формулы определения понятия истины не обязательно указывать все признаки предмета понятия, общие для прототипа и предложения. Иногда бывает достаточно указать существенные признаки, взаимосвязанные с новыми признаками предложения, и существенные признаки, без которых данное понятие не может быть использовано, а признаки, не взаимосвязанные с новыми признаками и очевидные для данного предмета понятия, можно опустить. При этом чем известнее предмет понятия, тем больше признаков можно опустить, если они не связаны с новыми.

В ограничительной части формулы определения понятия истины не допускается указание на признаки, общие с несколькими прототипами или с так называемым сборным прототипом. Не рекомендуется также вводить в ограничительную часть формулы определения понятия истины качественные характеристики или пояснения к принципу действия объекта или физическим принципам, положенным в основу процесса, и т. д.

Нередко допускается ошибка, которая заключается в том, что в доотличительной части формулы определения понятия истины отмечают признаки прототипа, не являющиеся фактически признаками формулируемого определения понятия истины. Например, включаются такие элементы прототипа, которые были исключены из

него благодаря новым, отличительным особенностям предмета понятия или прямо заменены новыми особенностями. В таком случае формула определения понятия истины не будет соответствовать предмету понятия.

Если понятие не имеет прототипа более близкого, чем тот, который характеризуется самим наименованием понятия, или если сущность понятия истины может быть использована в нескольких прототипах, общим признаком которых является только наименование, то в формуле определения понятия истины ограничительная часть может отсутствовать, т. е. она будет представлена самим наименованием понятия истины. Это, однако, вовсе не означает пионерское понятие, так как само название в большинстве случаев и характеризует собой прототип, например «Рентгеновский аппарат».

Цель понятия истины формулируется за ограничительной частью формулы определения понятия истины после слов «отличающийся (отличающаяся, отличающееся) тем, что...». Она указывает на эффект, который может быть получен в результате использования понятия истины. Этот эффект должен содержать указание на новое свойство (или свойства) предмета, которое причинно обусловлено всей совокупностью существенных признаков, включенных в формулу определения понятия истины.

Указание на эффект в формуле определения понятия истины обосновывает существенность отличий предложения и правомерность разработки понятия истины.

Однако, хотя это целесообразно для понимания смысла понятия истины и оценки его уровня, указание на цель не влияет на объем понятия истины.

Поскольку указание цели в формуле определения понятия истины, принятой в науке, имеет значение обоснования понятия истины, следует стремиться как можно лучше оправдать это значение, насколько позволяет лаконичность формулы определения понятия истины. Во многих случаях достичь этого бывает весьма трудно, поэтому следует записывать цель понятия истины в формуле определения понятия истины в виде непосредственного технического, физического, химического или другого результата, используемого в понятии: «с целью разгрузки вала от изгибающих моментов», «с целью исключения коррозии», «для достижения газонепроницаемости» и т. д. Если подробного указания первопричины полезности окажется недостаточно, можно это указание развить: «с целью разгрузки вала от изгибающих моментов для снижения веса его».

Указание цели в формуле определения понятия истины необходимо для обоснования целесообразности понятия истины, поэтому не

следует характеризовать цель разработки понятия истины общими словами, не отражающими новых функциональных или технологических свойств предмета. Например, не рекомендуется употреблять выражения «с целью улучшения конструкции», «с целью совершенствования процесса», «с целью повышения качества продукции» и т. п. ***Цель понятия истины как можно более четко должна раскрывать существенные отличия истины.*** Ее следует излагать лаконично. Указание на цель понятия истины не вводится в формулу определения понятия истины в тех случаях, когда само имя содержит целевую установку, например «Процесс повышения четкости изображения». В данном случае цель понятия истины сформулирована в самом наименовании.

Отличительная часть первого звена формулы определения понятия истины приводится после изложения цели понятия истины. В отличительной части характеризуются существенные отличия предмета понятия. Эти отличия излагаются во взаимосвязи и связи с существенными признаками ограничительной части. При этом недопустимо указание на какую-либо связь нового признака с известным, если этот известный признак не отражен в ограничительной части первого пункта формулы определения понятия истины. В отличительной части первого звена формулы определения понятия истины содержатся новые существенные признаки предмета понятия, отличающие его от прототипа, которые в совокупности с признаками, приведенными в ограничительной части формулы определения понятия истины, необходимы и достаточны для решения задачи с достижением цели понятия.

Существенные отличия понятия истины должны характеризоваться в отличительной части формулы определения понятия истины не постановкой задачи, а конкретными средствами ее решения. Например, нельзя, определяя в понятии истины существенную новизну конструкции самолета, в отличительной части формулы определения понятия истины указывать, что крыло имеет профиль, который уменьшает сопротивление воздушному потоку. В данном случае необходимо дать конкретную форму профиля крыла, с помощью которого достигнут требуемый эффект.

Пример.

«Винтовой конвейер, содержащий грузовые тележки, каждая из которых несет платформу, взаимодействующую с приводным винтом, отличающийся тем, что, с целью обеспечения возможности транспортирования грузов по лабиринтной трассе с перпендикулярными поворотами, винт каждого прямолинейного участка трассы снабжен свободно перемещающейся по нему гайкой с выступом, входящим соот-

ветственно в один из перпендикулярно расположенных пазов платформы грузовой тележки.»

В этой формуле определения понятия истины каждый отличительный признак связан или с другим новым признаком, или с уже упомянутым признаком ограничительной части.

2.4.6. Структура дополнительных звеньев формулы определения понятия истины

Как уже указывалось, дополнительные (зависимые) звенья характеризуют различные конкретные формы формирования предмета понятия (обычно оптимальные) и содержат признаки, которые развивают и уточняют признаки первого звена.

Признаки, приведенные в дополнительных звеньях, развивают и конкретизируют как новые существенные признаки понятия истины, указанные после слова «отличающийся» в первом звене формулы определения понятия истины, так и известные, включенные в ограничительную часть. Развитие признаков понятия истины ограничительной части допустимо при условии, если модификации понятия истины, охарактеризованные с привлечением этих признаков, могут использоваться только в совокупности с новыми существенными признаками предмета понятия.

Таким образом, в дополнительных звеньях многозвенной формулы определения понятия истины определяются понятия истин, подчиненные понятию предмета понятия в первом звене. Это означает, что дополнительные звенья не расширяют объем понятия истины, а лишь раскрывают его.

Ограничительная часть дополнительного звена формулы определения понятия истины состоит из имени понятия истины, часто укороченного до одного или двух первых слов и ссылки на первый или предыдущие дополнительные пункты. Например «Объект по п. 1» или «Процесс по п. 1 и 2».

Указание на цель понятия истины не обязательно. Оно проставляется, если цель введения новых признаков в дополнительное звено отличается от цели, которую решает предмет понятия, изложенный в главном пункте.

Отличительная часть начинается словом «отличающийся» (отличающаяся, отличающееся), вслед за которым, если цель не указывается, приводится новая совокупность признаков, характеризующих дополнительное понятие истины.

Пример.

«1. Средство для радиационно-химических исследований в газовой, паровой и жидкой фазах, состоящая из последовательно соединенных пульта питания, коммуникационных труб, реакционной зоны и пульта управления и регистрации, отличающаяся тем, что, с целью повышения точности и воспроизводимости проведения экспериментов при высоких давлениях и температурах, на отводящей трубе установлен регулятор давления «до себя».

2. Средство по п. 1, отличающаяся тем, что коммуникационные трубы выполнены токопроводящими и на концах их установлены электроизолирующие разъемы.»

2.4.7. Формула определения дополнительного понятия истины

Формула определения дополнительного понятия истины включает в себя:

- название дополнительного понятия истины, которое берется из формулы определения основного понятия истины;
- ссылку на описание основного понятия истины вместо перечисления ограничительных признаков. Это возможно, потому что все признаки основного понятия истины обязательно должны быть включены в ограничительную часть формулы определения понятия истины дополнительного понятия истины;
- характеристику цели понятия истины, соответствующую тому совершенствованию, которое вносится в основное понятие истины;
- существенные отличительные признаки, которые привносятся для совершенствования основного понятия истины.

Если понятие истины совершенствует более раннее понятие истины, являющееся в свою очередь совершенствованием еще более раннего, то в формуле определения понятия истины указывается имя понятия того понятия истины, которое непосредственно совершенствуется данным.

Таким образом, правила составления формулы определения дополнительного понятия истины почти не отличаются от правил составления второго и последующих звеньев многозвенной формулы определения понятия истины. Различие заключается лишь в том, что в зависимом понятии вместо ссылки на первое или предыдущее звено в многозвенной формуле определения понятия истины дается ссылка на понятие, так как дополнительные звенья в многозвенной формуле

определения понятия истины по существу и характеризуют собой дополнительные понятия истин.

2.4.8. Особенности составления формулы определения понятия истины на различные предметы понятия

Особенности составления формулы определения понятия истины на объект. В формуле определения понятия-объекта (объектного понятия) признаки объекта понятия отражаются в статическом, а не динамическом состоянии. Поэтому в формуле определения понятия истины не должно быть глаголов изъявительного наклонения, выражающих незавершенное действие.

Пример.

«Буровое дисковое долото, включающее лапы и два смонтированных на оси с помощью подшипников качения и смещенных по отношению друг к другу диска, отличающееся тем, что, с целью повышения стойкости долота, внутренняя обойма каждого периферийного подшипника выполнена в виде замковой втулки, закрепленной неподвижно на оси.»

Формула определения понятия-объекта должна характеризовать объект понятия не эффектами, а признаками понятия, так как эффекты являются лишь следствием признаков понятия и находят свое отражение в изложении цели понятия истины.

Когда в формуле определения понятия-объекта признаки понятия характеризуют не конкретное выполнение элементов или объекта в целом, а лишь наличие элементов и связи между ними, его изображают в виде схемы, в которой реальные элементы представлены в виде общепринятых условных обозначений, а связи между элементами — в виде соединительных линий.

Схемные изображения объекта понятия подразделяются на виды и типы.

В зависимости от видов элементов и связей, характеризующих объект, схемы подразделяются на следующие виды: электрические, гидравлические, пневматические, оптические, комбинированные.

А в зависимости от специфичности характеристики объекта понятия, схемы подразделяются на следующие типы: функциональные, структурные, принципиальные (полные, развернутые), общие схемы, схемы соединений (монтажные), схемы подключения, схемы расположения. Один и тот же объект может быть представлен

одновременно несколькими схемами различных видов и (или) различных типов. Например, объект, в состав которого входят элементы и связи разных видов, характеризуемый с какой-то одной точки зрения, может быть изображен в нескольких схемах соответствующих видов одного типа (схема электрическая принципиальная и схема гидравлическая принципиальная). Этот объект может быть изображен в виде комбинированной схемы, содержащей элементы и связи разных видов (схема электрогидравлическая принципиальная). А объект, состоящий из элементов и связей одного вида, но характеризуемый с различных точек зрения, может быть изображен в одном графическом документе несколькими схемами этого вида, но различных типов, например схема электрическая принципиальная и схема электрическая монтажная.

Особенности составления формулы определения понятия истины на процесс. В формуле определения понятия на процесс признаки предмета понятия, представляющие собой перечень и последовательность операций, отражаются при помощи глаголов действительного залога, изъявительного наклонения, стоящих в настоящем времени, третьем лице множественного числа.

Если операция в процессе может быть выполнена разными способами и выбор способа проведения операции совершенно не влияет ни на конечный эффект, ни на трудоемкость проведения процесса, то допустимо привести лишь наименование этой операции и указать, что ее можно провести любым известным способом. Такая характеристика возможна в виде исключения только в том случае, если режимы проведения операции общеизвестны для аналогичных процессов.

Особенности составления формулы определения понятия истины на вещество, полученное нехимическим способом. Если свойства вещества, полученного нехимическим способом определяются только качественным составом ингредиентов, то в первое звено формулы определения понятия истины включают только совокупность известных и новых ингредиентов, составляющих вещество, без указаний на их количественное соотношение. Если свойства вещества определяются как качественным, так и количественным составом, то формула определения понятия истины, характеризующая такие вещества, как сплав, стекло, керамика, цемент, пластическая масса, клей, паста, раствор, бетонная смесь, шихта, замазка и т. п., должна содержать в первом звене в качестве существенных признаков собственно ингредиенты и их количественное соотношение. При этом количественное содержание каждого ингредиента следует выражать в любых единицах двумя числами, характеризующими пределы содержания. Не допускается указание количества неопределенным

числом, например: до 15%, около 5%; примерно 8,2%, не более 2% и т. п. Подобное описание возможно лишь для указания содержания вредных примесей, которое должно не превышать определенного предела для конкретного овеществленного объекта. Это указание дается не в формуле определения, а в описании понятия.

Второе и последующие звенья формулы определения понятия истины могут содержать уточнения количественного содержания ингредиентов для характеристики, например, оптимального их количества.

Не допускается выражение суммарного количественного содержания двух и более ингредиентов веществ, если не указано содержание каждого из этих ингредиентов в составе данного вещества.

Особенности составления формулы определения понятия истины на объект, полученный химическим способом. При составлении формулы определения понятия на химический объект следует придерживаться следующих принципов:

1. Первое звено формулы определения истины не делится на ограничительную и отличительную части и должно содержать наименование соединения по одной из принятых в химии номенклатур и его химическую структурную формулу (химическую природу) с указанием значений радикалов.

В случае, когда новое соединение (группа соединений, описываемая одной общей структурной формулой) имеет структуру, не относящуюся ни к одной из известных в химии структур, необходимыми и достаточными признаками, характеризующими это соединение, являются название соединения и его структурная формула, так как решенная исследователем задача, состоящая в синтезе нового соединения неизвестной структуры, достаточно широка и требует формирования новых понятий.

Когда новое соединение (группа соединений) имеет структуру, относящуюся к известной группе (ряду) химических соединений, необходимым и достаточным признаком первого звена формулы определения истины является, кроме наименования соединения и его структурной формулы, также назначение такого соединения, обусловленное либо не закономерными для данной структуры, либо неожиданно усиленными известными для этой структуры свойствами.

В этом случае исследователь решил более узкую задачу синтеза соединения принципиально известной структуры с известными свойствами, обуславливающими новое назначение известного ряда соединений.

2. Когда структурная формула описывает ряд, группу соединений, получаемых одним способом и проявляющих одинаковые свойства,

имя должно излагаться во множественном числе, например: «Производные формазанов...», для охвата всего объема понятия, когда этот объем подтвержден примерами.

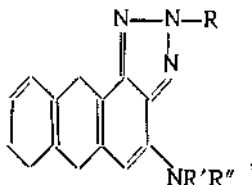
3. Имя понятия должно содержать, кроме названия соединения, также его конкретное назначение, поскольку назначение относится к существенным признакам первого звена формулы определения понятия истины.

4. При условии, что способ получения химического соединения характеризуется новой совокупностью существенных признаков, его следует включать во второе или одно из последующих звеньев формулы определения и в имя понятия, например: «Аминопроизводные антрахионотриазолов для крашения искусственных полиамидных волокон и способ их получения».

Итак, формула определения понятия истины на химический объект имеет свои особенности. Она составляется без разграничения на ограничительную и отличительную части. Приведем пример формулы определения понятия истины на химическое вещество.

Пример.

«1. Аминопроизводные антрахионотриазолов общей формулы:



где R — арил, содержащий различные заместители, например алкил-, галогид-, нитро-, сульфо-, карбокси-, алкокси-группы; R' и R'' — водород, алкил, аралкил; NR' = R'' входит в состав гетероцикла для крашения искусственных полиамидных волокон.

2. Процесс получения соединений по п. 1, отличающийся тем, что производные антрахионотриазолов обрабатывают амином формулы R'R''NH в среде органического растворителя, например диметилформамида, при температуре от 50 до 200° С ».

2.4.9. Использование функциональных признаков в формуле определения понятия истины для характеристики предметов понятий

Как указывалось, в первое звено формулы определения понятия истины включается как можно меньше максимально обобщенных при-

знаков предмета понятия, совокупность которых, однако, достаточна для характеристики сущности понятия истины.

В некоторых случаях можно добиться предельной степени обобщения признака использованием вместо него любого другого признака, выполняющего ту же функцию, поскольку свойства предмета понятия, понятийный уровень решения совершенно не зависят от формы признака, а только от выполняемой им функции. В этом случае признак можно характеризовать посредством выполняемой им функции. Такие *признаки, которые характеризуются не по конкретной форме выполнения, а лишь по их функциональному назначению, называются функциональными признаками*. В этом случае в формуле определения понятия истины структурные признаки выражаются при помощи словосочетания «механизм..., осуществляющий определенную функцию.» например: «механизм для подъема источника излучения»; «средство для...», например: «средство для передачи вращательного движения»; «приспособление для...» и т. п.

К функциональным признакам не относят терминологические признаки, такие, как привод, облучатель, захват и т. п., поскольку под такими признаками подразумевают определенный в общем виде тип вполне конкретных известных элементов. Не относятся к функциональным признакам и такие, как, например, «кран поворотный на 360°», так как в этом случае подразумеваются определенные конструктивные признаки, дающие возможность крану поворачиваться на 360°, а не функциональные.

К функциональному признаку предъявляются следующие требования.

1. Форма выполнения функционального признака никак не влияет на предмет понятия, понятийный уровень решения.
2. Функциональный признак представляет собой предельное обобщение нескольких конкретных форм воплощения при помощи признаков I, II и III групп.
3. Разработчику определения понятия истины совершенно ясно, какие конкретные средства и в какой форме могут быть использованы для реализации функционального признака в предложенном понятии.
4. Как правило, функциональный признак используется по своему известному назначению. Если же назначение функционального признака ново, то конкретная форма выполнения функционального элемента предложенного понятия истины обязательно раскрывается в последующих пунктах формулы определения понятия истины.
5. Если функциональный признак находится в отличительной части формулы определения понятия истины, то одно только его наличие в

сочетании с другими признаками, а не конкретные формы его выполнения, обеспечивает существенные отличия понятию истины.

Но, поскольку границы понимания функциональности признака условны и не столь определены, использование в формуле определения понятия истины функциональных признаков часто служит предметом разногласий между разработчиком понятия и рецензентом этого понятия, требующим конкретизировать характеристику внешними, видимыми признаками. Критика содержания определения понятия истины часто мотивируется тем, что представленная формула определения понятия истины неопределенна, что характеристика понятия истины не решает научно-технической задачи. Включать же в основное звено формулы определения понятия истины конкретные решения признака, приведенные в виде примеров в описании или предусмотренные в последующих пунктах, нежелательно для разработчика определения понятия истины, так как эти решения не исчерпывают всех возможных вариантов понятия, и формула определения понятия истины с такими признаками будет недостаточно широкой. Возможность или невозможность исполнения функционального признака специалистом тоже не всегда определяется объективно или с достаточной бесспорностью. Иначе говоря, оценка возможности применения того или иного функционального признака в формуле определения понятия истины субъективна. Нельзя предвидеть мнение рецензента понятия по каждому частному вопросу, поскольку практика отношения к функциональным признакам различна в разных областях науки и техники и даже у разных рецензентов понятия одной и той же области науки и техники. Поэтому, если составить достаточно широкую формулу определения понятия истины без этих признаков не представляется возможным, следует основное, главное, звено формулы определения понятия истины изложить с использованием функциональных признаков, а второе и последующие звенья представить в более конкретном выражении.

Использованию функциональных признаков для характеристики предмета понятия не придается должного значения. Как правило, эти признаки используются лишь в крайнем случае, когда без них невозможно обойтись. А между тем *функциональный признак — это мощное средство выражения понятийной идеи*. И дело здесь не только в том, что использование этих признаков позволяет сформулировать предмет понятия в наиболее общем виде (хотя это тоже очень важно для научного значения формулы определения понятия истины). **Каждое определенное понятие истины — новое продвижение по пути научно-технического прогресса, и формула определения понятия истины должна показывать это.** Поэтому она

должна описывать не частный случай воплощения понятийной идеи, а воплощение ее в общем виде. Для этих целей иногда без функциональных признаков не обойтись. **В этом большое научно-техническое значение функциональных признаков истины, они помогают нам понять и осознать сущность понятийной идеи, значение каждого определения понятия истины, его место в научно-техническом прогрессе.** Естественно, из этого не следует, что функциональные признаки нужно применять везде. Их использование допустимо только тогда, когда они удовлетворяют указанным выше пяти требованиям.

Недостаточно широкое использование функциональных признаков в формуле определения понятия истины приводит к тому, что формулы определения понятий истин некоторых понятий характеризуются частными признаками и, следовательно, информируют научно-технический мир о создании в какой-то мере утилитарного, частного, хотя и нового, передового научно-технического решения.

Если формула определения понятия истины выражена частными признаками, то случается, что такое понятие проходит незамеченным, используется только в месте его разработки и не оказывает того влияния на научно-технический прогресс, которое оно могло бы оказать, если бы было образовано в более общих выражениях. Это происходит потому, что частное понятие истины легко использовать только в тех конкретных условиях, для которых оно разрабатывалось, а таких конкретных условий в другом месте может и не быть. **Перейти от одного частного понятия истины к другому можно только через общее решение, но для этого уже требуется научное творчество.** Вот и получается, что если в двух разных местах, каждое из которых имеет свои специфические условия, имеется необходимость в решении какой-то научно-технической задачи и эта задача решена в одном из этих мест на уровне разработки нового понятия истины, но выражена в формуле определения истины частными признаками применительно к своему случаю, то информационное значение такой формулы определения понятия истины может оказаться недостаточным, и в другом месте могут не заметить, что решена по сути дела стоящая перед ними задача, только выражена она в другом варианте. Если бы решение этой задачи было выражено в более общем виде, то применять его к частному, конкретному, случаю было бы делом простым, не требующим научного творчества. Отсюда видно, насколько велико информационное значение функциональных признаков при использовании их в формуле определения понятия истины.

При решении научно-технической задачи, необходимость в которой давно назрела, редко бывает так, что вместе с общим решением

исследователь сразу дает и оптимальное частное решение. И не всегда исследователь, решивший общую задачу, способен найти ее лучшее частное воплощение. Анализ понятия истины показывает, что если в формуле определения понятия истины отражено общее решение, то скоро будет образован ряд ценных понятий, конкретизирующих это решение применительно к разным целям. Если решена какая-то проблема и в формуле определения понятия истины отражено частное решение, то появление «свиты» у этого понятия происходит намного медленнее.

Итак, необходимо шире использовать функциональные признаки при формулировке предмета понятия, что поможет отражать воплощение научной идеи в более общем виде. Что же препятствует использованию функциональных признаков в формуле определения понятия? Такими препятствиями являются две причины:

1) использование функциональных признаков в формуле определения понятия истины значительно увеличивает объем понятия истины, и это якобы перекрывает дальнейшее научное творчество по данной проблеме;

2) при помощи функциональных признаков зачастую не удается выразить научно-техническое решение, которое можно было бы осуществить без дальнейшего научного творчества.

Использование функциональных признаков в формуле определения понятия истины не только не препятствует развитию научного творчества, а, наоборот, способствует ему, так как помогает сформулировать сущность понятия истины в общем виде и тем самым дает идею для новых понятий.

О второй причине уже говорилось. Функциональный признак может быть использован в формуле определения понятия истины, если без дополнительного научного творчества совершенно ясно, какие конкретные средства и в какой форме могут быть использованы для его реализации. Эти формы выполнения функционального признака могут быть или общеизвестны, или вытекать из характеристики самого функционального признака, или быть описаны в дополнительных пунктах формулы определения понятия истины. В противном случае это не функциональный признак, а попытка охарактеризовать предмет понятия достигнутым эффектом.

2.4.10. Отражение в формуле определения понятия истины альтернативных признаков

При составлении формулы определения понятия истины разработчик понятия нередко сталкивается с возможностью использования различных элементов для характеристики одного признака понятия в формуле определения понятия истины без какого-либо ущерба для понимания понятия истины. Это возможно, если различные элементы могут взаимно заменять друг друга в научно-техническом решении, так как являются эквивалентами. Чаще всего с этим приходится сталкиваться при получении химических веществ, когда приходится характеризовать сами вещества или процессы их получения, используя для этих целей различные компоненты реакции: растворители, восстановители, окислители, катализаторы, а также различные значения радикалов одной структурной формулы. Если, стремясь к однозначности формулы определения понятия истины, при характеристике подобного признака указывать только один из возможных для его осуществления элементов, то неоправданно сужается объем понятия истины, так как создаются предпосылки для обхода формулы определения понятия истины без дополнительного научного творчества заменой такого элемента эквивалентным.

Кроме того, включение в разрабатываемое понятие истины только одного элемента из нескольких возможных может дать рецензенту повод для вынесения отрицательной рецензии на том основании, что разработанное понятие истины якобы не выполнено на достаточном научном уровне разработки понятий, так как один из описанных новых существенных признаков с достаточной очевидностью можно заменить на другой с достижением того же научного эффекта. Чтобы искусственно не сужать объем понятия истины, необходимо в формуле определения понятия истины охарактеризовать все элементы признака. Такие признаки называются *альтернативными*. При использовании в первом звене формулы определения понятия истины нескольких альтернативных признаков понятие остается одно и единство понятия не изменяется. Это подтверждается и тем обстоятельством, что введение альтернативных признаков не сужает, как это всегда происходит при нарушении единства понятия, а, наоборот, расширяет объем понятия истины. Объем понятия истины по формуле определения с несколькими признаками, связанными союзом «или», равен сумме объемов понятия по нескольким формулам определения, включающим эти признаки по отдельности.

Способы выражения альтернативных признаков в формуле определения понятия истины можно свести к следующим.

1. Если подлежащие включению в формулу определения понятия истины альтернативные признаки, будучи научными или техническими эквивалентами, входят в объем обобщающего их родового понятия истины, то в формулу определения понятия истины должен быть внесен признак, определяемый этим родовым понятием, с последующим приведением указанных эквивалентов со словом «например» и перечислением их через союз «или».

Пример.

«..2. Процесс по п. 1, отличающийся тем, что в качестве десульфидирующих соединений используют соли или окислы тяжелых металлов или окислители, например перекись водорода или натрия, азотистую кислоту.»

Во втором звене формулы определения понятия определено родовое понятие — окислители — для альтернативных признаков перекиси водорода или натрия, которые вводятся в формулу определения понятия при помощи слова «например».

Следует отметить, что если в понятии возможно обобщение альтернативных признаков, то иногда при небольшом их числе альтернативы вообще можно избежать включением обобщающего признака в первое звено формулы определения понятия истины, а альтернативных — в последующие.

2. Если подлежащие включению в формулу определения понятия истины альтернативные признаки не могут быть обобщены из-за того, что такое обобщение неправомерно или не приводит к достижению поставленной цели, то они могут быть включены в формулу определения понятия истины при помощи союза «или», если являются эквивалентами.

Пример.

«Процесс получения лекарственного средства из иловых грязей материковых озер путем экстракции с последующим отгоном растворителя и стерилизации, отличающийся тем, что, с целью повышения биологической активности целевого продукта, экстракцию проводят смесью этилового спирта и диэтилового эфира в соотношении 1 : 5 или смесью этилового спирта и дихлорэтана в том же соотношении.»

3. Если подлежащие включению в формулу определения понятия истины альтернативные признаки не могут быть обобщены и настолько многочисленны, что многократное использование союза «или» при введении их в формулу определения понятия истины приводит к чрезмерному ее усложнению, то в этом случае для введения альтернативных эквивалентных признаков в формулу определения

понятия истины следует воспользоваться выражением, при котором альтернативные эквивалентные признаки вводятся в формулу определения понятия истины простым перечислением вслед за словами: «выбранное из группы, содержащей...» или «выбранного из ряда, состоящего из...».

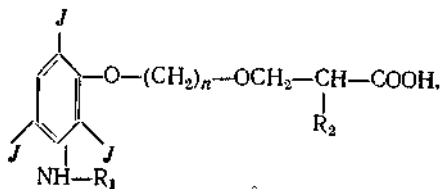
Пример.

«Процесс получения полимеров акриловых и метакриловых соединений путем полимеризации соответствующих мономеров или их смесей в присутствии катализатора, отличающийся тем, что, с целью упрощения и интенсификации технологического процесса, в качестве катализатора применяют оловоорганическое соединение, выбранное из группы, состоящей из оловоорганических галогенидов, содержащих станкоксановую связь, и солей двухвалентного олова и органических кислот.»

4. Если альтернативные признаки являются конкретными заместителями радикалов группы химических соединений, описываемых одной структурной формулой, и все представители этой группы (с указанными заместителями как альтернативой) могут быть получены способами-аналогами и проявляют одинаковые свойства, определяющие их одинаковое назначение, то они в формулу определения понятия истины вводятся при помощи союза «или».

Пример.

«3-[(3-ациламино-2,4,6-триодфенокси)-алкокси]-2-алкилпропионовая кислота общей формулы



где R1 — ацетил или пропионил; R2 — метил или этил; n — целые числа 2, 3 или 4.»

5. Не допускается включение в формулу определения понятия истины альтернативных признаков, если:

- а) альтернативные признаки, выражающие конкретные эквиваленты, явно сужают границы понятия, т. е. не исчерпывают научных средств, возможных для решения данной задачи;
- б) альтернативные признаки являются по существу эквивалентными, но один из них выражен абстрактным понятием, например «машина или подобное средство», так как под последним можно подразумевать какое угодно средство, что неправомерно расширяет объем понятия.

Разделительный логический союз «или» имеет два значения: соединительно-разделительное и исключаяюще-разделительное.

Союз «или» имеет соединительно-разделительное значение, если связанные им признаки не исключают друг друга, т. е. существуют в объекте одновременно. Например, если в рассмотренном процессе для очистки газа могут одновременно применяться все указанные вещества, то союз «или» имеет в данной формуле понятия соединительно-разделительное значение. Если же использование одного вещества исключает другое, союз «или» применяется как исключаяюще-разделительный. В зависимости от значения этого союза объем понятия истины, выраженный формулой определения понятия истины, может быть шире или уже. Чтобы исключить неточность в толковании объема понятия по формуле определения понятия истины, содержащей альтернативные признаки, целесообразно для выражения соединительно-разделительной связи использовать сложный союз «и (или)», а для исключаяюще-разделительной — союз «или».

2.4.11. Отражение в формуле определения понятия истины математических зависимостей

Следует сказать, что введение математических зависимостей в первое звено формулы определения понятия истины снижает ее значение, поскольку, во-первых, на практике трудно убедиться, что используется именно записанная в формуле определения понятия истины зависимость, а не другая; во-вторых, можно применить другие математические зависимости и обойти формулу определения понятия истины. Поэтому следует составлять первое звено формулы определения понятия истины без использования математических зависимостей, которые могут быть отражены в дополнительных звеньях формулы определения понятия истины.

Однако иногда новые понятия истины, разработанные с использованием глубоких теоретических исследований и отвечающие принятым критериям научной новизны, не могут быть охарактеризованы без использования математических формул, так как их существенные отличия заключаются в новых математических зависимостях между параметрами изучаемого объекта. В принципе расчетная формула может быть включена в формулу определения понятия истины, если она является не единственным отличительным признаком понятия истины, а непосредственно связана с другим (или другими) отличительным признаком. **Под расчетной формулой**

понимается выражение в виде уравнения или неравенства, служащее для расчета какой-либо искомой конкретной величины, получаемой одноразовой подстановкой соответствующих величин в правую или левую часть уравнения или неравенства.

Математические зависимости в формуле определения понятия истины должны использоваться для выражения реальных признаков субъекта. Например, если субъект понятия — объект, с помощью математических зависимостей можно описывать форму выполнения его отдельного элемента или объекта в целом, соотношение размеров, а в отдельных случаях и абсолютные размеры его элементов.

Во всех случаях символы и обозначения, входящие в математическую зависимость, должны быть расшифрованы в формуле, как это сделано в приведенных ниже примерах.

Иногда при характеристике истин, описывающих процессы контроля, измерения и т. п. в формуле определения понятия истины используют математические зависимости, определяющие методы расчета как конечную операцию процесса. Если эта расчетная операция — единственная отличительная особенность процесса, он не может быть признан понятием истины, толкующем его однозначно. Если же расчетная операция, характеризуемая определенной математической зависимостью, — не единственная отличительная особенность процесса, указанная математическая зависимость может быть введена в формулу определения понятия истины для более полной характеристики процесса как законченной последовательности операций.

Пример.

«Криостат.

Криостат, состоящий из сосуда Дьюара, заполненного хладагентом и опущенного в сосуд хвостовика, соединенного с экспериментальной камерой в виде обоймы с образцами, отличающийся тем, что, с целью получения линейной зависимости температуры обоймы от времени без внешнего регулирования, хвостовик выполнен с переменным по его длине сечением, площадь которого $\delta(x)$ определяют в зависимости от его длины (L, M) по следующему соотношению:

$$\frac{\sigma(x)}{L} = \frac{2aS}{\lambda} \left(\frac{x}{L} \right)^{3/2},$$

где

$$L = \frac{aSv}{2\pi r^2 \beta \rho} \left(\frac{\theta_0 - \theta_x}{V} - \frac{cM}{aS} \right)^2;$$

a — коэффициент теплоотдачи с поверхности обоймы, $\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{град} \cdot \text{ч})$; S — открытая поверхность обоймы, м^2 ; r — внутренний радиус сосуда Дюоара, м ; c — удельная теплоемкость материала обоймы, $\text{ккал}/(\text{кг} \cdot \text{град})$; M — масса обоймы, кг ; λ — коэффициент теплопроводности материала хвостовика, $\text{ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м} \cdot \text{град})$; β — удельная теплота испарения хладагента, $\text{ккал}/\text{кг}$; ρ — удельный вес хладагента, $\text{кг}/\text{м}^3$; θ_0 , θ_x — температура окружающей среды и хладагента, $^\circ\text{C}$; v — требуемая скорость роста температуры обоймы, $^\circ\text{C}/\text{ч}$; x — текущая координата от нижней точки хвостовика, м .»

2.4.12. Теория эквивалентов и формула определения понятия истины

Объем понятия истины характеризуется кругом предметов, на которые распространяется действие понятия истины, поскольку эти предметы содержат совокупность всех признаков, указанных в первом звене формулы определения понятия истины. Чем больше признаков в первом звене и чем каждый из них подробнее охарактеризован, тем меньше круг предметов, содержащих эту совокупность признаков, и уже объем понятия истины.

При толковании формулы определения понятия истины возникают в основном два практических вопроса:

- а) распространяется ли объем понятия истины на предметы, которые являются дальнейшим усовершенствованием предмета понятия, но не обладают существенными отличиями;
- б) можно ли считать понятие истины общепризнаваемым, если в реализуемом на практике предмете один или несколько признаков понятия истины заменены взаимозаменяемыми элементами.

На первый вопрос можно ответить утвердительно. С точки зрения формальной логики, объем понятия истины, характеризующегося большим по сравнению с формулой определения понятия истины количеством признаков, уже объема предмета понятия и является его частью, так как в понятие реализованного предмета входят все без исключения признаки понятия истины.

Для ответа на второй вопрос следует обратиться к доктрине эквивалентов.

Из этой теории вытекает, что если два средства выполняют одну и ту же работу одним и тем же способом и дают по существу один и тот же

результат, то они одинаковы, даже если отличаются одно от другого по имени, виду и форме. Если реализуемый объект отличается от объекта понятия отсутствием некоторого несущественного признака, включенного в первое звено формулы определения понятия истины, то по смыслу указанного разъяснения вытекает, что и в таком объекте понятие имеет право на жизнь.

При правильно составленной формуле определения понятия истины, особенно ее первом звене, не должны возникнуть вопросы, требующие применения теории эквивалентов. Однако на практике еще часто образуются понятия с формулами определения понятия истины, где неполно отражен объем понятия истины. Для того чтобы от этого не страдали разработчики понятий, и используется теория эквивалентов.

2.4.13. Выбор вида предмета понятия для отображения его в формуле определения понятия истины

В большинстве случаев сущность понятия истины заключается в модификации или образовании понятия определенного вида, т. е. понятие объекта, процесса, или вещества. В этом случае выбирать вид предмета понятия не приходится — его надо определить на основе анализа существенных признаков понятия.

Но так бывает не всегда. В так называемых стыковых случаях разработанное научно-техническое решение в равной степени может быть охарактеризовано в одном случае признаками объекта или процесса, в другом — процесса или вещества. Соответственно и описание понятия может ориентировано или на объект, или на процесс, или на овеществленный объект. При разработке таких технических решений перед исследователем встает вопрос выбора вида предмета понятия.

Когда разработано несколько научно-технических решений, то вопрос решается следующим образом. Если эти научно-технические решения относятся к разным видам предметов, но служат единой цели и могут быть применены лишь совместно, формулируются цель и задача на комплексное понятие истины.

Если научно-технические решения могут применяться не только совместно, но и раздельно, — осуществляются описания несколько самостоятельных понятий истин.

Если разработано одно научно-техническое решение, которое, однако, может быть отнесено к разным видам предметов, то необходимо выбрать один предмет понятия и на него разрабатывать понятие

истины. Выбор вида предмета понятия определяется следующими факторами.

1. Предмет понятия должен быть выбран так, чтобы максимально проявилась существенность отличий предложенного понятия от известных. Большое значение в данном случае имеет возможность выбора в качестве прототипа понятия истины широкой известности.
2. Предмет понятия должен позволить составить формулу определения понятия истины с использованием наименьшего возможного числа максимально обобщенных признаков.
3. Предмет понятия должен обеспечивать охват формулой определения понятия истины наибольшего круга предметов.
4. Предмет понятия должен обеспечивать большую по сравнению с другими возможными объектами вероятность его использования и быть с научной точки зрения наиболее перспективным.

2.4.14. Единство понятия истины

Принцип единства понятия истины заключается в том, что в один документ, в том числе и в описание понятия, не могут быть включены два или более независимых понятия истины.

Другими словами, каждое отдельное описание понятия истины и каждый отдельный документ должны быть объединены единым понятийным замыслом и относиться только к одному решению, одной задаче.

Поскольку сущность понятия истины выражается в его формуле определения понятия истины, то соблюдение или нарушение требования единства понятия определяется по формуле определения понятия истины. Поэтому вопрос единства понятия рассматривается на основе анализа формул определения понятия истины.

Единство понятия истины считается соблюденным, если научно-техническим решением одной единственной задачи является один предмет понятия (объект, процесс или вещество); несколько предметов понятия, если они служат единой цели и могут быть использованы для описание понятия лишь совместно (комплексное понятие).

Одним предметом понятия считается описанное разработчиком целое, т. е. единство частей, существующее только благодаря их взаимосвязи, которая носит устойчивый характер и обеспечивает появление у целого новых свойств, не присущих разобщенным частям. **Части целого называются признаками Понятия целого и части — это соотносительные понятия.** Любая составная часть целого является в то же время целым по отношению к составляющим ее частям. Поэтому

описания понятий могут быть представлены для рецензирования на целое как на систему, так и на отдельные ее части.

Единство понятия истины не нарушается, если в описании и формуле определения понятия истины (в первом звене формулы определения) описан один предмет как целое совокупностью его существенных признаков (главных частей целого) и дополнительно охарактеризовано содержание этих частей, т. е. указаны их существенные признаки (части частей целого).

Такое отображение предмета в многозвенной формуле определения понятия истины допускается при условии, что части целого или части частей целого, отраженные в дополнительных звеньях формулы определения понятия истины, не являются сами по себе понятиями, которые могут быть использованы отдельно, самостоятельно, или в других предметах.

Единство понятия истины не нарушается также в том случае, если отличительный существенный признак (признаки) предмета выражен в первом звене формулы определения понятия истины общим понятием и, кроме того, в дополнительных звеньях формулы определения указаны его видовые понятия, т. е. указаны технически эквивалентные значения этого существенного признака.

Единство понятия истины соблюдено, если существенный признак предмета понятия выражен в описании (в описании и формуле определения понятия) перечислением эквивалентов при условии, что они не могут быть выражены обобщающим их понятием.

Единство понятия будет нарушено всегда, если в описании и в формуле определения понятия истины отображена искусственно собранная в кажущееся целое сумма отдельных предметов (элементов, средств, веществ и т. п.), не взаимосвязанных для достижения общего положительного эффекта, свойственного только целому.

Указанные требования, предъявляемые к формуле определения понятия истины для решения вопроса о том, относится ли предложение к одному решению одной научно-технической задачи, можно дополнить следующими пояснениями.

Для соблюдения требования единства понятия истины в первое звено формулы определения или в формулу определения, состоящую из одного звена, должны быть включены только такие отличительные признаки предмета, которые имеют между собой обязательную связь и без которых понятия нет.

Требование единства понимается не буквально в том смысле, что формула определения понятия истины в целом, в том числе и многозвенная, должна характеризовать только одно понятие, один предмет, а в том, что каждый последующий пункт должен

характеризовать не более как дополнительное понятие, т. е. такое, которое не может существовать без главного понятия истины или без главного не обладает существенными отличиями. Иначе говоря, единство понятия истины соблюдается, если признаки, отмеченные в дополнительных звеньях формулы определения понятия истины, конкретизируют или дополняют отличительные признаки первого звена формулы определения понятия истины.

Однако вполне возможны и такие случаи, когда развиваются доотличительные признаки и при этом единство не нарушается. Это бывает тогда, когда развитие доотличительных признаков не может быть выполнено без отличительных или имеет существенное значение только при наличии отличительных признаков.

Ошибочно считать требование единства удовлетворенным, если второй или другие звенья развивают какой-либо признак главного звена, в том числе и доотличительного, без выполнения изложенных выше условий; такое развитие относилось бы к прототипу и не имело бы обязательной связи с данным понятием.

Альтернативные признаки, относящиеся к значению радикалов (R) одной структурной формулы, не являются нарушением единства понятия в тех случаях, когда все соединения, описанные этой структурной формулой с каждым из значений радикалов, получены принципиально одним способом и свойства всех производных с данными значениями радикалов одинаковы, т. е. налицо эквиваленты.

Единство понятия истины для химического соединения считается соблюденным, если формула определения понятия истины содержит признаки ряда соединений, выраженных одной общей структурной формулой; если доказана идентичность их химической структуры; если они могут быть получены принципиально одним способом и имеют принципиально одно конкретное название с одинаковым эффектом, обусловленное идентичными свойствами; если признаками, отраженными в звеньях формулы определения понятия истины, следующих за звеньями с существенными признаками самого соединения и процесса его получения, являются соответственно конкретные соединения, отвечающие общей структурной формуле, признаки, развивающие, конкретизирующие процесс получения соединения, и признаки, развивающие конкретное назначение, указанное в первом звене формулы определения понятия истины.

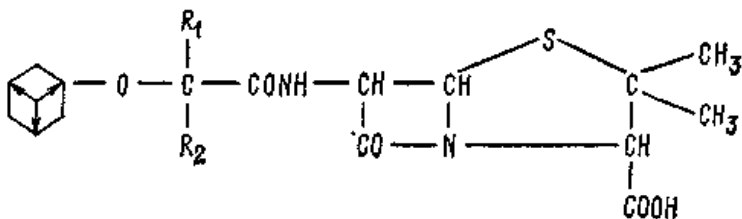
Единство понятия истины считается нарушенным, если вместе с новым химическим соединением описано новое промежуточное вещество, исходное для получения этого соединения; если вместе с новым химическим соединением описан новый продукт, в который это соединение входит как один из ингредиентов; если вместе с новым

химическим соединением описаны два или более новых процесса его получения и указаны два или более его конкретных назначения.

Единство понятия истины в формуле определения, содержащей часть и целое и альтернативу, нарушено, если формула описывает ряд соединений, а свойствами, обнаруженными у новых соединений, обладают только некоторые представители этого ряда, что отражено в описании.

Пример.

Производные 6-амино-пенициллановой кислоты и (или) их соли общей формулы:



где R_1 — водород, алифатический радикал, содержащий до 4 углеродистых атомов; циклоалифатический радикал, содержащий до 6 углеродистых атомов или меноциклический ароматический радикал; R_2 — водород или алкил, содержащий до 4 углеродных атомов, который может быть также связан с R_1 в двухвалентный алифатический радикал, содержащий от 2 до 8 углеродных атомов.

Эта формула иллюстрирует нарушение единства понятия истины из-за наличия части и целого и альтернативных признаков в формуле определения понятия истины, но при условии, что в описании отсутствует подтверждение одинаковых свойств произвольных 6-амино-пенициллановой кислоты и их солей, а лишь установлено наличие указанных свойств у производных кислот (но не у их солей).

Последствия нарушения единства понятия истины сказываются прежде всего на неоправданном сужении объема понятия истины. Действительно, если бы два разных научно-технических решения были описаны в одной формуле определения понятия истины (или первом звене многословной формулы определения понятия истины), то это явилось бы нарушением единства понятия истины и такая формула определения понятия истины описывала бы только совокупное использование независимых научно-технических решений, а это довольно редкий случай.

Нарушение единства понятия истины в дополнительном звене формулы определения понятия истины также приводит к сужению объема понятия истины, но в меньшей степени. Это происходит пото-

му, что если в первом звене формулы определения понятия истины охарактеризовано одно научно-техническое решение, а в дополнительном — другое независимое научно-техническое решение, которое в соответствии с правилами составления многозвенной формулы определения понятия истины имеет ссылку на первое звено, то объем понятия истины практически характеризуется научно-техническим решением, указанным в первом звене. В этом случае объем понятия истины, характеризующийся одним научно-техническим решением, все же больше, чем объем понятия истины, характеризующийся совокупным применением двух независимых научно-технических решений.

2.4.15. Комплексные понятия истин

Иногда встречаются такие многосторонние научно-технические задачи, которые требуют разработки, например, нового технологического процесса и нового оборудования для его проведения или нового материала.

В результате решения такой комплексной задачи может быть разработано несколько понятий истин на различные предметы или, можно сказать, несколько разновидностей понятия. Эти несколько понятий, хотя и являются результатом решения одной комплексной задачи, могут рассматриваться как самостоятельные, если каждое из них (или некоторые из них) может использоваться не только в комплексе, но и вне связи с другими. Тогда говорят, что между понятиями нет обязательной связи, нет единства понятия. Такие понятия необходимо оформлять отдельными описаниями, как и всякие самостоятельные понятия.

Но если одно или несколько понятий, использующихся при решении комплексной задачи, можно применить только совместно с другим или только для выполнения другого, значит разработано комплексное понятие истины, состоящее из нескольких разновидностей понятий, развивающих одно понятие.

Допускается объединение в одном описании двух или более понятий истин, относящихся к разным предметам (объект, процесс, вещество), если они служат одной цели и могут быть использованы лишь совместно.

Оговоренные в этой формулировке условия единства понятий истин требуют пояснения.

В качестве положения, необходимого для соблюдения единства понятия истины при описании одной формулой определения объемов

разных видов, вводится так называемый единый понятийный замысел. ***Под единым понятийным замыслом следует понимать задуманную разработчиком и воплощенную в описании совокупность средств, которая решает одну задачу (проблему).***

Условие совместного применения предметов разных видов (разнородных предметов) будет соблюдено в том случае, если предмет одного вида не может решить задачу без предмета другого вида указанной совокупности. Последнее условие совместной реализации следует понимать так, что новый овеществленный объект, например, может быть описан только одним понятием вместе с ним процессом, а сам процесс пригоден для получения только этого нового овеществленного объекта (вещества).

Указанные условия необходимы и достаточны для признания правомочности включения в одну формулу определения понятия истины двух и более предметов разных видов, т. е. для признания единства понятия соблюденным.

Все звенья многозвенной формулы определения понятия истины, характеризующие разнородные предметы, являются одинаково существенными в решении одной задачи (каждый предмет необходим, вместе — достаточны) и представляют собой равноценные существенные признаки.

Место каждого объекта в многозвенной формуле определения понятия истины (первое, второе и третье звенья), таким образом, определяется не его значимостью в едином понятийном замысле, а только тем, какая задача (проблема) решена совокупностью разнородных объектов.

Именно решенная задача (проблема) обуславливает факт, что в первом звене многозвенной формулы определения понятия истины содержится характеристика вещества, процесса или объекта в зависимости от истинных границ понятийного замысла.

Итак, формула определения понятия истины, включающая два или более разнородных предметов понятия, составляется в виде многозвенной формулы, при этом:

а) в первом пункте формулы определения понятия истины характеризуется тот предмет понятия, который является доминирующим в данном сочетании;

б) во втором звене формулы определения понятия истины характеризуется предмет понятия, находящийся в связи с предметом первого звена, что выражается, например, словами «процесс получения вещества по п. 1».

Поскольку объект, характеризуемый в з. 2, служит достижению единой цели, указываемой в з. 1, цель предмет понятия в з. 2, как правило, не указывается;

в) в третьем звене формулы определения понятия истины характеризуется предмет понятия, находящийся в связи с предметом второго звена, что выражается, например, словами «средство для осуществления процесса по п. 2». Цель понятия в этом случае не указывается;

г) если в дополнительных звеньях формулы определения понятия истины развиваются, уточняются признаки, содержащиеся в независимых звеньях формулы определения, то такие дополнительные звенья формулируются как в обычной многозвенной формуле определения понятия истины, характеризующей один предмет понятия, т. е. с подчинением их соответствующим звеньям формулы определения и расположением соответственно подчинению.

3. Виды определений понятий истин

3.1. Номинальные и реальные определения понятий истин.

Под определением понятия истины понимается логический прием, позволяющий: а) отличать, отыскивать, строить интересующий нас предмет (истину); б) уточнять значение уже введенного в науку понятия истины, а также формировать значение вновь вводимого понятия истины. Поскольку знание отличительных признаков и свойств предметов, значений соответствующих понятий истин означает владение понятиями об определяемых предметах, в логике зачастую говорится не об определении предметов и значений понятий, а об определении соответствующих понятий истин.

Определение понятия истины охватывает собой и процесс выработки соответствующего предложения и результат этого процесса, т. е. само предложение. В последнем случае его часто называют дефиницией. **То, что определяется, в дефиниции называется дефиниендумом (Definiendum — сокращенно Dfd), то, посредством чего нечто определяется, носит название дефиниенса (Definiens — сокращенно Dfn).**

Деление определений понятий истин на номинальные и реальные связано прежде всего с ответом на вопрос о том, что определяется: значение ли, смысл понятия истины, или сам предмет (истина).

Концептуалистская традиция в логике, особенно в немецкой философии и логике начиная от Х. Вольфа и И. Канта и кончая Г. Риккертом, отстаивала взгляд, согласно которому в дефиниции

раскрывается содержание понятия. Отсюда устойчивое словосочетание в русском языке «определение понятия» представляющее собой кальку с соответствующего выражения немецкого языка. Однако среди философов и логиков концептуалистского толка имелись такие, которые склонялись к пониманию определений как **номинальных**: **определяя понятие, мы определяем в первую очередь смысл, значение соответствующего понятия.** Другие же, концептуалистски настроенные философы и логики склонялись к истолкованию их как **реальных**: **определяя понятие, мы определяем в первую очередь объем понятия, предмет, отображаемый соответствующим понятием.** Поэтому указанные точки зрения по вопросу о том, что определяется, чаще всего находят свое выражение в альтернативной постановке вопроса: номинально или реально данное определение, т. е. определяем мы понятие или соответствующий ему предмет.

В истории европейской логики впервые исследованием логической процедуры определения сути вещей, видимо, начал заниматься Демокрит. Как указывает Аристотель, «о «суги бытия» и об определении сущности в то время не имели понятия, и коснулся этого впервые Демокрит, — не как необходимого для рассмотрения природы, а просто будучи приведен к этому самим делом». Платон, по-видимому, сводил все определения к реальным. В «Теэтете» он указывает, что **«логос»** в греческом языке употребляется в значении **признака**, посредством которого интересующую нас вещь можно отличить от всех иных вещей. Аристотель рассматривает определения в первую очередь как **реальные**. В «Топике» и «Аналитиках» он указывает, что **определением называется речь, обозначающая суть бытия**. Он подчеркивает при этом, что **определение есть речь и не может состоять из одного слова**. По Аристотелю, единичная материальная вещь не может быть определена. Определяется лишь то общее, что существует во многих единичных вещах. Это общее («вторая сущность») наделяется особым именем (например, общим именем для того общего, что имеется у индивидуальных людей, является слово «человек»). Тогда суть человека можно, например, определить так: ***«Человек есть животное, обладающее разумом».*** **Свойство**, специфицирующее вторую сущность, не может быть просто собственным (отличительным) признаком, а должно быть именно существенным признаком (особым видом собственного признака). Однако в тех случаях, когда Аристотель касается вопроса об определениях как составной части математических теорий, где он рассматривает исходные самоочевидные **начала научных теорий** (аксиомы, постулаты и первичные понятия), там он трактует

определения как определения значений слов, т. е. рассматривает определения как номинальные. В таком случае определение выступает как «некоторое высказывание, разъясняющее, что обозначает название, или высказывание, обозначающее <вещь> другими <словами>, например, что обозначает треугольник <или> что есть <фигура>, поскольку она <называется> треугольником». Обоснование неопределяемых первичных понятий, вводимых в теорию, равно как и иные начала науки, подлежит, вообще говоря, компетенции не математика, а философа. В «Метафизике» Аристотеля они анализируются по существу и определяются на основе категорий (материи, формы, вещи, количества, величины, непрерывности, дискретности и т. п.), т. е. вводятся на основе реальных определений, которые, строго говоря, лежат уже за пределами соответствующих теорий.

Ряд философов, и в особенности те, которые были настроены против Аристотеля, стали подчеркивать номинальную сторону определений.

Так, например, по Д. Локку, «дать определение — значит лишь дать другому понять при помощи слов, какую идею обозначает определяемый термин». Паскаль специально в «Духе геометрии» подчеркивает значение номинальных определений для математики. **«В геометрии, — пишет он, — принимаются только те определения, которые логики называют номинальными определениями, которые представляют собой отнесение (impositions) имен к вещам и которые должны быть ясно обозначены хорошо известными понятиями. Их полезность и применение состоят в том, чтобы понятия сделать ясными и сокращать процесс рассуждения».**

В XIX в. попытка сведения всех определений к номинальным была предпринята В. Вундтом. В методологии и логике XX в. признается правомерным **подразделение всех определений на номинальные и реальные.**

Немецкий логик и математик XX в. В. Дубислав подразделяет все учения об определении в зависимости от того, что определяется в дефиниции, на следующие классы:

- 1) учения об определении как средстве раскрытия сущности определяемого предмета (например, Аристотель, Г. В. Гегель);
- 2) учения об определении как средстве раскрытия (экспликации) содержания понятий (например, Х. Вольф, И. Кант);
- 3) учения об определении как способе установления, уточнения значения уже используемого в языке знакового выражения (Т. Гоббс, Б. Паскаль) или как способе установления значений для вновь вводимых знаковых выражений в языки науки.

Эта традиция продолжалась философами и логиками, связанными с разработкой проблем математической логики и анализом языка науки. Поэтому в формулировках общей дефиниции определения они в первую очередь подчеркивали номинальный характер всякого определения.

Так, Б. Рассел и А. Уайтхед определение понимают как «констатацию (declaration) того, что вновь вводимый символ должен означать то же самое, что и другая определенная комбинация символов, значения которых уже известны». Л. Витгенштейн пишет, что «определения суть правила перевода с одного языка на другой». Р. Карнап понимает определение как «правило для взаимной трансформации слов в том же самом языке» или как экспликацию понятия.

Г. С. Леонард в книге «Введение к принципам правильного рассуждения» исходит из того, что во всяком определении мы имеем дело с раскрытием или установлением значения понятия. Поэтому проводимое им различие между номинальными и реальными определениями относится к области номинальных определений в широком смысле.

Под реальными определениями Леонард понимает выяснение (эксплицитное описание) значений понятий, в основе которого лежит их общечеловеческое употребление. Если речь идет о введении нового понятия, не встречавшегося в науке (или в языке вообще), то соответствующее определение будет также реальным, если оно рекомендуется при этом для широкого употребления. Номинальным же определением Леонард называет уточнение понятия, данного в контексте, которое может варьировать в зависимости от обстоятельств (от изменений смысла контекста, установок субъекта, дающего определение, и т. п.).

Так, если в кругу своих коллег в процессе рассуждения кто-то уточняет смысл выражения «человек, подготовленный к вступительным экзаменам по математике», говоря: «Под человеком, подготовленным к вступительным экзаменам по математике, я буду иметь в виду такого человека, который за 2 часа сумеет решить комплекс задач, предложенных мною», то в этом случае, по его мнению, мы имеем дело с номинальным определением.

Видимо, вводимое Леонардом деление определений по указанному основанию имеет определенный смысл. Однако это деление определений ни в какой мере не может заменить традиционного деления определений на номинальные и реальные, которое производится совсем по другому признаку. Для того чтобы иметь основания для придания совсем иного смысла уже используемым в науке понятиям, следовало бы доказать бессмысленность принятого в

философии, логике и методологии наук деления определений на номинальные и реальные. Однако такого анализа в книге Леонарда не содержится. Р. Робинсон в книге «Определение», подразделив все определения на реальные и номинальные, предлагает следующую классификацию номинальных определений. **Номинальные определения** подразделяются им на **слово-словесные (word-word)** и **слово-вещные (word-thing)**.

Слово-словесные определения имеют такой вид: одно выражение имеет то же значение, что и другое. Например, если кто-либо сообщит, что неизвестное вам французское слово rouge имеет то же значение, что и русское «красный», то это будет слово-словесное определение слова rouge.

Слово-вещные определения, имеют такой вид: «Данное словесное выражение используется для обозначения такой-то вещи (или такого-то класса вещей)».

Слово-вещные определения подразделяются им на лексические и выборочные (stipulative).

Лексические — это определения неизвестных нам выражений через описание их значений. **Выборочные** — это определения неизвестного нам выражения, которое употребляется в разных контекстах в различных значениях и которое предполагает процедуру выбора одного из значений, подходящих для данного случая. Слово-словесные определения, представляющие перевод выражений с одного языка на другой, мы не будем рассматривать как определения вообще.

Что же представляют собой номинальные и реальные определения понятий истин ?

Номинальное определение понятия истины есть определение, посредством которого

а) формулируется в явной форме значение уже введенного в язык науки или в естественный язык понятия истины (в том числе и символов в искусственных языках науки).

Уточнение значения уже существующего понятия истины иногда истолковывается как его введение в науку или естественный язык на некотором ином уровне познания (а следовательно, как его нововведение: будет вводиться новое, уточненное значение для уже существующего знакового выражения);

б) устанавливается значение вновь вводимого понятия истины в естественный язык или в язык науки. В этом случае вводится новое значение и при этом для нового знакового выражения;

с) устанавливается, что понятия определяемого (Dfd) и определяющего (Dfn) обозначают одни и те же объекты (истины);

d) вводится новое понятие истины как простое сокращение для иного (обычно более сложного) выражения. При этом мы временно отвлекаемся от содержания понятий Dfd и Dfn и рассматриваем лишь их знаковые формы (эти определения в отличие от иных видов номинальных определений будем называть *номинальными в узком смысле слова*).

Реальное определение понятия истины есть определение, посредством которого решается вопрос о спецификации, об однозначном отличии интересующего нас объекта (истины) среди объектов (истин) соответствующей предметной области. Условием успешности такой спецификации является равнообъемность классов, *представленных* посредством понятий Dfd и Dfn (или, что то же самое, когда объекты (истины), *представленные* понятиями Dfd и Dfn, суть те же самые объекты (стины)). Заметим, что слово «представленные» в приведенных выше формулировках имеет понятийный смысл, который будет установлен ниже.

Осуществляя спецификацию интересующего нас объекта посредством реального определения понятия истины, мы иногда одновременно стремимся и к тому, чтобы охарактеризовать Dfd существенным образом, вскрыть специфические причины появления или способы генезиса определяемого объекта (истины), его структуру.

В приведенных характеристиках номинальных и реальных определений различие между ними на уровне логико-семантического анализа остается еще неопределенным. Поэтому необходимо это различие сформулировать таким образом, чтобы оно содержало более эффективные критерии для распознавания номинальных и реальных определений понятий истин. Для осуществления этого введем некоторые различия в характеристике употребления понятий истин, встречающиеся в литературе по математической логике и логической семантике.

Будем различать употребление понятия истины в функциях *упоминания* и *использования*. При этом понятие истины об употреблении термина в функции упоминания будет нами несколько *обобщено* по сравнению с тем, как его понимает, например, А. Чёрч (А. Чёрч считает, что термин в функции упоминания употребляется лишь тогда, когда термин употребляется автономно (см. А. Чёрч. Введение в математическую логику, т. 1. М., 1960, стр. 59). С автономным употреблением знакового выражения мы имеем дело тогда, когда оно рассматривается в отвлечении от обозначаемого, как некоторый самостоятельный материальный объект (истина), как знак самого себя. Например, в предложении «Слово «слово» состоит из пяти букв» завышенное выражение употреблено автономно.). Употребление

понятия истины в функции упоминания мы не ограничиваем его *автонимным* употреблением, т. е. как знака самого себя; оно будет распространено и на случаи, когда предметом обсуждения будут и смысловые характеристики понятия истины. Будем говорить, что понятие *упоминается* по крайней мере тогда, когда

- а) понятие употреблено автонимно, т. е. как знак самого себя;
- б) нечто высказывается о понятии как истинное, но для установления истинности и ложности этого высказывания требуется обращаться к анализу его экстенциональных характеристик;
- в) речь идет об области применения некоторого понятия истины посредством указания соответствующего множества объектов, заданного через его интенциональные или экстенциональные характеристики;
- г) выясняется значение некоторого знакового выражения посредством установления его синонимичности другому знаковому выражению;
- д) вводится новое знаковое выражение для сокращения иного (обычно более громоздкого) знакового выражения.

Во всех этих случаях речь будет идти именно о понятии истины или в отвлечении от его значения, или об установлении его значения, о формальных характеристиках понятий истин, предполагающих учет их значений, о замене одного знакового выражения другим.

Экстенциональные характеристики относятся к объему понятия истины, к области приложения знакового выражения.

Интенциональные характеристики относятся к содержанию понятия истины, к структуре знакового выражения.

Приведем примеры различного употребления понятия истины в функции упоминания:

- а) со случаем автонимного употребления знакового выражения мы имеем дело тогда, когда знаковое выражение рассматривается как некоторый материальный объект (истина) в отвлечении от его интерпретации (смысла и значения). Таково, например, употребление знакового выражения «человек» во фразах: ««Человек» состоит из семи букв», «В слове «авваа» три раза встречается одна и та же буква а». Для того чтобы подчеркнуть, что в приведенных фразах мы имеем дело с автонимным употреблением понятия, фразы или дополняются (в устном языке) соответствующими словами (ср. «Слово «человек» состоит из семи букв»), либо (в письменном языке) автонимно используемое слово берется в кавычки или выделяется особым шрифтом (ср. ««Человек» состоит из семи букв», «*Человек* состоит из семи букв»). Целесообразность отвлечения от интерпретации автонимно употребляемых знаковых выражений в приведенных

примерах уместна тогда, когда мы занимаемся, например, анализом структуры, формальных свойств знаковых выражений;

б) рассмотрим предложение: «Слово «Таня» женского рода». В этом предложении нечто высказывается именно о знаковом выражении. Однако истинность этого высказывания не может быть обоснована анализом чисто формальных свойств этого слова. Для обоснования его истинности мы должны прибегнуть к семантическому анализу, указав, что «Таня» — имя собственное и используется в русском языке для наименования лиц женского рода. Это необходимо сделать, поскольку слово с теми же формально-синтаксическими признаками (с тем же окончанием) может быть и мужского рода (ср. «Слово «Коля» мужского рода»);

в) примерами упоминания знаковых выражений, предполагающих наделение их значением через описание их или интенциональных, или экстенциональных характеристик, могут быть следующие: «Слово «пятиугольник» употребляется для наименования многоугольников с пятью сторонами», «Словосочетание «домашние животные» употребляется для обозначения коров, лошадей, свиней, овец, коз, ослов, верблюдов, кошек, собак и т. п.». В этих случаях характеризуются именно знаковые выражения со стороны их значений через описание их интенциональных или экстенциональных характеристик;

г) с употреблением знакового выражения в функции упоминания, предполагающим установление синонимичности двух знаковых выражений, мы имеем дело в таком выражении: «Слово «луна» имеет в русском языке то-же значение, что и слово «месяц»»;

д) примером употребления знакового выражения в функции упоминания, предполагающим, что одно выражение может быть использовано как сокращение для другого, более сложного выражения, может быть такой: «Вместо того чтобы употреблять выражение «колебания, амплитуда (и соответственно энергия) которых уменьшается с течением времени», мы будем пользоваться более простым выражением — «затухающие колебания»».

Сокращением одного выражения другим мы можем пользоваться в условиях полного отвлечения от интерпретации соответствующих знаковых выражений. Например, можно условиться, что всюду, где нам встретится выражение, представляющее некоторое сочетание слов (например, «равносторонний прямоугольник»), мы его заменим другим, более простым выражением, состоящим из меньшего числа слов (например, одним словом «квадрат»).

При употреблении какого-либо понятия истины в функции *использования* (речь идет не о характеристике знакового выражения (рассматриваемого совместно с его интерпретацией или в отвлечении от нее), а о том объекте (истине) (материальном или абстрактном, о его свойствах или соотношениях), который в известном смысле независим от конкретных способов его языкового кодирования. В этом случае понятия истин выполняют роль заместителей, представителей объектов, указывающих на них. В контексте же речь идет именно об объектах (истинах): о них нечто высказывается, между ними устанавливаются известные отношения, о них нечто утверждается или отрицается, им приписываются известные оценки и т. п. Функцию, подобную использованию понятия истины, играет **жетон (номер)**, который мы получаем вместо сданного на вешалку пальто: он указывает на тот объект, который он замещает, дает критерии для его поиска; **он является носителем информации об идентификации принадлежащего какому-то лицу предмета с самим собой. (Аналогично и слова, и словосочетания несут в себе информацию о тех предметах, которые они представляют, и тем самым обеспечивают коммуникативность в процессе речевого общения.)**

Когда человек теряет жетон, то он волнуется не по поводу утраты жетона как особого индивидуального предмета, а по поводу возможности утраты, того, что данный жетон замещает. Так, в предложениях «Снег белый», «Подай мне стакан воды!» понятие «снег», «стакан воды» употреблены в функции использования. В первом предложении характеризуется именно материальный объект — снег, а не слово «снег»: утверждается, что некоторый объект (а не слово) является белым. Во втором предложении речь идет о том, чтобы подали стакан воды, который можно выпить, а не о словосочетании «стакан воды». Ясно, что все иные слова в приведенных предложениях употреблены в функции использования.

(Видимо, на этих путях можно было бы проанализировать различие между употреблением понятий в функциях замещения (представления) и обозначения, которое так ярко проявляется в естественных языках. Функция обозначения знаком объекта в речевой деятельности выявляется лишь тогда, когда в предложении явно формулируется, что таким-то знаковым выражением называются (обозначаются) такие-то объекты (ср. предложения, выражающие семантические определения, см. 3.2). В большинстве же случаев знаковые выражения в речи употребляются в функции использования, а потому они представляют, замещают соответствующие объекты. **В процессе изучения, анализа речевой деятельности на уровне**

лингвистики и логики все отношения знака и объекта превращаются нами в отношение обозначения (именования).)

После сказанного выше можно сформулировать дефиниции номинального и реального определения понятий истин.

Под *номинальным* определением понятия истины понимается определение, в котором то, что требуется определить (Dfd), представляет собой понятие истины в функции его *упоминания*.

Под *реальным* определением понятия истины понимается определение, в котором определяемое (Dfd) представляет собой объект (реальный, абстрактный или воображаемый), поскольку понятие, соответствующее этому объекту, употреблено в функции его *использования*.

Среди номинальных определений понятий истин следует выделить в первую очередь следующие два подкласса:

а) те номинальные определения понятий истин, в которых Dfd представляет собой понятие, употребляемое в функции упоминания и рассматриваемое совместно со своим значением;

б) те номинальные определения понятий истин, в которых Dfd и Dfn представляют собой знаковые выражения, рассматриваемые в отвлечении от их значений. В них Dfd вводится как сокращение для Dfn. Мы их называли номинальными определениями понятий истин в узком смысле.

Среди номинальных определений понятий истин первого подкласса можно выделить в свою очередь следующие два вида: определения понятий истин, в которых знаковое выражение, играющее роль Dfd, наделяется значением посредством указания на класс объектов, заданных экстенционально или интенционально (ср. «Словосочетание «домашние животные» употребляется для обозначения коров, лошадей, свиней и т. д.», «Понятием «инсулин» будем обозначать секрет, обладающий такими-то свойствами»). Понятие Dfd здесь употребляется в функции упоминания, а понятие Dfn — в функции использования. Эти определения понятий истин называются семантическими определениями (см. 3.2). Во втором примере, строго говоря, вводимое в язык понятие «инсулин» употребляется первоначально в отвлечении от его значения, но в контексте определения понятия истины в целом оно приобретает соответствующее значение. Говоря, что в рассматриваемых номинальных определениях понятий истин Dfd представляет собой упоминаемое понятие совместно со своим значением, мы будем иметь в виду контекст определения понятий истин, в который оно введено.

Ко второму виду номинальных определений понятий истин подкласса (а) мы отнесем определения, в которых и понятие Dfd, и понятие Dfn

употребляются в функциях упоминания (например, выражение «затухающие колебания» означает то же самое, что и «колебания, амплитуда (и соответственно энергия) которых уменьшается с течением времени»).

Как было сказано, в реальном определении понятия истины в отличие от номинального понятия Dfd и Dfn употребляются одновременно в функциях их использования, замещения.

Поэтому они и интерпретируются обычно как предложения, в которых Dfd есть некоторый объект (истина), а Dfn — свойства этого объекта (истины), позволяющие его специфицировать. Ответы на поставленные вопросы в такой форме: «Что такое антициклон?», «Что представляет собой атом?», «Как определить квадрат?» — представляют собой реальные определения: в них перечисляются специфические свойства соответственно антициклона, атома, квадрата, позволяющие отличать их от иных объектов.

Спецификация определяемого объекта (истины) может быть осуществлена не только через указание его отличительных признаков и свойств, но и перечисление операций, производимых над ним, и получаемых при этом эффектов, через описание взаимоотношений его с иными объектами (истинами) области, через описание его структуры, генезиса и т. п. **Выработка номинальных и реальных определений понятий истин предполагает использование знаковой деятельности, связанной с формированием предложений известной структуры, с анализом значений входящих в них понятий истин и т. п., и деятельности, связанной с изучением соответствующих объектов (истин), с использованием ранее о них приобретенной информации.** При формировании номинальных и реальных определений понятий истин знаковая деятельность играет различную роль. **В процессе выработки номинальных определений понятий истин знаковая деятельность является исходной, базисной: мы начинаем с введения знаковых выражений, с анализа значений, понятий, с обсуждения вопроса о том, какое понятие следует ввести для сокращения сложного знакового выражения. В процессе выработки реальных определений понятий истин мы, наоборот, отправляемся от анализа соответствующих объектов (стин), хотя и *представленных* в знаковой форме, а собственно знаковая деятельность отступает на задний план.**

В каждом определении Dfd может быть или объектом, представленным посредством знакового выражения, или самим знаковым выражением, рассматриваемым в связи с его значением или в условиях абстрагирования от него. В содержательных рассуждениях и теориях, где мы встретимся с определениями значений знаковых выражений

(«номинальное определение»), нам придется рассуждать и о функциях и свойствах самого знакового выражения. В таком случае нами будет употребляться выражение «понятие Dfd».

Посредством реального определения понятия истины могут определяться не только объекты (истины), соответствующие именам, но и объекты, соответствующие **предикаторам** (т. е. предикаты), знаковым выражениям для предметных и логических функций (т. е. сами функции), знаковым выражениям для высказываний (т. е. ситуации, описываемые высказываниями) и т. п. (**Предикаторы суть знаки для свойств и отношений, т. е. для предикатов.**)

Посредством номинального определения понятия истины определяются различные виды самих знаковых выражений или в отвлечении от значений (как, например, в определениях типа сокращений), или в связи с их значениями.

Структура явного (см. 3.4) (номинального или реального) определения в логике обычно записывается различными авторами в виде одного из выражений:

$$Dfd = D_j Dfn; Dfd \sim D_i Dfn; Dfd \sim \rho_i Dfn; Dfd \leftarrow Dfn; dfd Ddfn.$$

Каждое из них читается: «Dfd равен по определению Dfn». Эти общие схемы для явных определений были введены в книгах и руководствах по математической (символической) логике; они были ориентированы на те виды явных определений, которые фигурируют в формализованных языках и формальных системах.

Определениям в таких системах присущи, например, следующие особенности:

1. В строго построенные теории непременно включается «минимальный словарь», т. е. совокупность первичных (базисных) не определяемых в рамках теории понятий и соответствующих им объектов, если теория с самого начала имеет интерпретацию. В формальных системах эти понятия иногда рассматриваются как представляющие неспецифицированные, «абстрактные» объекты. При развертывании формальной системы (например, **формализованной аксиоматической теории**) явными определениями поэтому вводятся лишь новые понятия (и соответствующие им объекты). Новое понятие (и соответствующий ему объект), естественно, вводится в теорию «по определению». **Посредством определения, на основе определения устанавливается соглашение о введении нового знакового выражения вместо другого, уже появившегося в системе.** Точнее, лишь на основе определения такой объект становится предметом рассмотрения.

2. Введение понятий (объектов) в таких случаях, как правило, производится на одном уровне рассуждения: понятия определяются

через понятия, объекты — через объекты (например, функции — через функции).

Для некоторых аналогов семантических определений («Пятиугольником называется многоугольник с пятью сторонами»), где Dfd — знаковое выражение, а Dfn — соответствующий ему объект, в формальных системах для удобства используется особый знак — знак графического равенства. Так, в теории алгоритмов выражение $A \sim 1+2$ означает, что A есть не что иное, как сокращенное обозначение для «слова» в некотором алфавите, состоящего из трех букв: 1, +, 2.

Этот знак целесообразно сохранить и для семантических *содержательных* определений, имея в виду, что здесь он уже будет вводиться не для временного удобства, что обычные семантические содержательные определения являются важным средством расширения языков науки.

В обычной научной и языковой практике мы имеем дело с более широким спектром определений, выполняющих новые функции. Так, нам часто приходится 1) уточнять значения уже сложившихся в обычном языке или в научной практике значений понятий, 2) выявлять в форме явного определения интуитивно понимаемое значение уже введенного в некоторый язык понятия, 3) посредством семантических определений вводить новые понятия, существенным образом расширяющие языки.

В первых двух случаях понятие (и соответствующий ему объект) в содержательных теориях или в естественном языке не вводится определением, оно существует до определения. Поэтому здесь прочтение знакового выражения $Dfd = nfDfn$: « Dfd равно по определению Dfn » не соответствует функциям вводимых определений, если иметь в виду тот смысл, который вкладывается в прочтение этого знакового выражения в системах и теориях математической логики, где в рамках теории определениями всегда вводятся новые объекты или новые знаковые выражения. В особенности это несоответствие явно проявляется, когда мы имеем дело с реальным определением материального объекта (истины): он существует до всякого определения, не вводится им, а лишь специфицируется на основе определения в соответствии с известными требованиями, хотя для некоторых видов реальных определений выражение «по определению» соответствует существу дела. К тому же это равенство Dfd и Dfn по определению не всегда является очевидным. Так, в семантических содержательных определениях, где Dfd — некоторое понятие, а Dfn — объект (истина), этого равенства не видно непосредственно; наоборот, интуитивно ясно, что объект никогда не равен знаковому выражению, которым он именуется. В определениях типа сокращений в

формальных неинтерпретированных системах отождествляются явно различные объекты, представляющие собой знаковые выражения.

Однако, несмотря на сказанное, целесообразно сохранить знак = и (равен по определению) для выражения общей структуры явного определения понятия истины и в содержательных теориях, в обычных языках и в математической логике, но уточнив его. В связи с этим мы будем в выражение «равно по определению» вкладывать иной смысл, а именно: **«Всякое определение понятия истины включает в себе (иногда в неявной форме) способ отождествления Dfd и Dfn независимо от статуса их существования. Заметим, что «равенство по определению» не является равенством (тождеством) в собственном смысле, но оно порождает таковое в том смысле, что уже в готовом определении понятия истины оно (на основании дополнительных соображений и применения дополнительных процедур) может быть заменено обычным отношением равенства (Dfd = Dfn) или отношением эквивалентности (Dfd~Dfn). Так, в формальных системах в определениях типа сокращений Dfd и Dfn — различные знаковые выражения. Но мы можем их отождествить, поскольку они могут быть сведены к одному и тому же окончательному определяющему, представляющему собой одну и ту же комбинацию первичных символов.**

В целях удобства вместо знака = Df мы будем использовать знак = . Отношение же эквивалентности в широком смысле, т. е. как такое отношение, которое обладает свойствами рефлексивности, симметричности и транзитивности (отношение типа равенства), мы будем обозначать знаком ~ . Таким образом, в отличие от обычного знака равенства (тождества) знак = мы будем называть знаком *дефиниционного равенства* (тождества). В различных конкретных случаях он может быть знаком логической эквивалентности, знаком равенства, знаком сокращения одной записи для другой, знаком для операции взаимозаменяемости равного равным.

В целях различения номинальных и реальных определений понятий истин целесообразно конкретизировать описание их структуры. Для этого следует различать, когда понятия Dfd и Dfn употребляются в функциях *упоминания* и когда в функциях *использования*. Предлагаем следующие формы записи для реальных и номинальных определений:

(1) $\underline{Dfd} = \underline{Dfn}$

(2) « D / d » = D / n

(3) «D/ d» = «D/n».

Черта под выражениями Dfd и Dfn означает, что они употреблены в функции использования. Закавыченные выражения Dfd и Dfn

означают, что они употреблены в функции упоминания. Запись (1) выражает структуру реального определения, так как понятия Dfd и Dfn употреблены в функции использования. Записи (2) и (3) выражают структуры номинальных определений, так как понятие Dfd здесь употреблен в функции упоминания.

Запись (2) выражает структуру семантических номинальных определений; ее можно было бы записать и в следующем виде: $Dfd \sim o \sim Dfn$. Запись (3) охватывает две разновидности номинальных определений: номинальные определения, в которых устанавливается равенство по значению понятий Dfd и Dfn, и номинальные определения, в которых понятие Dfd является сокращением для понятия Dfn. В формальных системах и в формализованных языках

логики выражение $Dfd \wedge Dfn$ и означает, что определение выступает в роли некоторого правила, позволяющего осуществлять взаимозаменяемость Dfd и Dfn.

Заметим, что когда явное определение рассматривается лишь как правило взаимозаменяемости Dfd и Dfn, становится безразличным, применяются ли понятия Dfd и Dfn в функциях использования или упоминания, т. е. являются они номинальными или реальными: правило взаимозаменяемости имеет место для любых корректно построенных определений, но оно безоговорочно применимо тогда, когда понятия Dfd и Dfn либо одновременно *используются*, либо одновременно *упоминаются*. К форме записи (2) это правило непосредственно неприменимо. Для того чтобы оно стало применимым, оно должно быть переведено в форму (1) или (3) (см. об этом 3.2).

Каково же соотношение номинальных и реальных содержательных определений понятий истин?

Если речь идет об определениях понятий истин как предложениях, встретившихся нам в каком-либо языке, то каждое реальное определение понятие истины может быть переведено в номинальное (ср. «Спекуляция есть скупка и перепродажа товаров и иных предметов с целью наживы» и «Понятие «спекуляция» употребляется для обозначения скупки и перепродажи товаров и иных предметов с целью наживы»). Аналогично и каждое номинальное определение понятия истины (если не рассматривать номинальных определений понятий истин как простые сокращения в условиях отвлечения от значений знаковых выражений Dfd и Dfn) может быть переведено в реальное.

Выбор способа номинального или реального определения понятия истины в каждом конкретном случае обусловлен целями, задачами исследования, дидактическими соображениями, соображениями

простоты, естественности и другими прагматическими установками субъекта, вводящего определение понятия истины.

При определении Dfd, которым соответствуют знаковые выражения, уже существующие в том или ином языке, мы прибегаем к реальным дефинициям или к аналитическим номинальным (см. 3.3). Наоборот, когда вводится новое понятие, вследствие чего происходит расширение языка, приходится обращаться к номинальным синтетическим определениям (см. 3.3). Так, определение предложения «Решить новую задачу» («Новая задача считается решенной») можно осуществить в форме реального определения: «Решить новую задачу — это значит свести ее решение к задачам, которые мы уже умеем решать» (ср. «Новая задача считается решенной в том, и только в том, случае, когда ее решение удастся свести к решению задач, которые мы уже умеем решать»). Соответствующее номинальное семантическое определение звучало бы неестественно (ср. «Выражение «решить задачу» нами будет употребляться для обозначения. ...»),

Очень часто, вводя первоначально в формализованные теории и формальные системы новые знаковые выражения как сокращения для уже существующих выражений путем номинальных определений типа сокращений, мы затем можем их при нахождении интерпретации истолковывать как реальные.

Часто определение понятия истины, построенное как реальное и относящееся к дотеоретическому уровню познания, затем на уровне теории может уже формулироваться как номинальное, как расширяющее язык нашей теории, а затем вновь переводиться в реальное.

Формы детерминации определений действительностью и прошлым опытом различны. Реальные определения понятий истин, в которых специфицируется некоторый объект (истина), для которого уже существует понятие в том или ином языке, мало чем отличаются в интересующей нас связи от обычных суждений: их содержание является функцией отражаемой в них действительности. Здесь происходит уточнение, исправление, экспликация той информации, которая была извлечена в результате изучения объектов (истин), обозначенных понятием Dfd, на основе более глубокого изучения объектов (истин), выделения в прежней информации наиболее важного и существенного для решения поставленных задач.

Те или иные языки научных теорий обычно расширяются и обогащаются за счет введения новых понятий истин посредством номинальных семантических определений (DfdHPfn). Так, например, для вновь обнаруженного объекта или явления, описанного через его объективные характеристики, вводится новое имя. Dfn в таком случае

— некоторая объективная информация, являющаяся отражением действительности, а понятие Dfd вводится по соглашению. Иногда введение нового понятия истины достаточно строго детерминировано принятыми в той или иной науке правилами построения системы понятий (ср. язык органической химии). Введенные таким путем определения понятий истин затем могут быть переведены в реальные, где понятие Dfd будет применяться не в функции упоминания, а в функции использования ($DM, =Dfn$) (см. о правомерности таких переводов 3.2).

С более сложными случаями в методологическом и гносеологическом отношении мы встречаемся тогда, когда для определяемого объекта (истины) не просто отсутствует понятие (имя) в соответствующем языке, а когда сам объект (истина) *как предмет познания* вводится нами посредством определения понятия истины.

В качестве примеров укажем лишь на два таких случая. Во-первых, это та ситуация, при которой значение вновь вводимого понятия истины посредством семантического номинального определения детерминируется тем, как мы расчленим, конструктивизируем изучаемую действительность. В первую очередь введение его детерминируется соображениями прагматического характера. С такими случаями мы зачастую встречаемся при введении в науку единиц измерения. Принятие той или иной единицы измерения (например, принять ли в качестве эталона измерения длины фут, аршин или метр) решается на основе прагматических соображений. Поэтому определения такого сорта (независимо от того, формулируются они как номинальные или реальные) обуславливаются содержанием действительности иначе, чем, например, определения Луны, железа, атома.

Во-вторых, это та ситуация, при которой определениями вводятся в рассмотрение такие абстрактные и идеализированные объекты, для которых в материальной действительности в лучшем случае можно найти лишь весьма отдаленные корреляты. Введение таких объектов обуславливается уже не непосредственно материальной действительностью, но в первую очередь внутренними потребностями абстрактных теорий.

3.2. Семантические и синтаксические определения истин.

Среди определений понятий истин будем выделять семантические и синтаксические определения.

Под *семантическими* определениями понятий истин будем понимать **определения значений знаковых выражений** посредством явного указания объекта (истины), описанного через его отличительные признаки. Например, «Слово «пятиугольник» применяется для обозначения плоского многоугольника с пятью сторонами»; «Выражение «затухающие колебания» употребляется для обозначения колебаний, амплитуды (и соответственно энергия) которых уменьшаются с течением времени»; «Знак *h* употребляется для обозначения кванта действия».

Если принять предложенную нами детализацию структуры номинальных и реальных определений понятий истин (см. 3.1), то структура семантического определения понятия истины будет иметь вид: «Dfd»=Dfn или Dfd~O~Dfn (упоминаемое понятие Dfd обозначает объект, где соответствующее ему понятие Dfn используется).

К определениям, имеющим данную структуру, непосредственно нельзя предъявить требование, обязательное для всех **полных явных определений**, а именно требование взаимозаменности Dfd и Dfn. По отношению к реальным определениям взаимозаменность Dfd и Dfn обеспечивается их равнообъемностью, экстенциональным тождеством понятий Dfd и Dfn. По отношению к иным видам номинальных определений указанная взаимозаменность обеспечивается экстенциональным тождеством значений понятий Dfd и Dfn, которые при этом упоминаются. В чисто формальных определениях, где Dfd рассматривается как сокращенная запись для Dfn, указанная взаимозаменность обеспечивается особой редукционной процедурой, основанной на так называемых **определяющих аксиомах**.

В приведенной же выше схеме Dfd~O~Dfn знак ~O~ является по существу знаком отношения обозначения. Это отношение связано со значительными трудностями для логического анализа.

В целях обеспечения применимости правила взаимозаменности к семантическим определениям их обычно переводят в реальные определения или в номинальные, имеющие соответственно структуры «Dfd» или «Dfn».

Так, приведенное выше семантическое определение может быть трансформировано в следующие: «Пятиугольник есть плоский многоугольник с пятью сторонами» (реальное определение), «Понятие «пятиугольник» имеет то же значение, что и понятие «плоский многоугольник с пятью сторонами»» (несемантическое номинальное определение).

В какой мере правомерны такого рода преобразования?

В семантических определениях всегда дан через описание некоторый объект Dfn (понятие Dfn в таком случае употреблено в функции

использования), для которого вводится имя (понятие употребляется в функции упоминания). Отношение ТГ есть отношение обозначения.

Здесь может встретиться два случая: когда семантическим определением вводится новое, не существовавшее в языке понятие Dfd и когда рассматривается в целях уточнения (экспликации) уже существующее в языке знаковое выражение. В последнем случае мы будем его интерпретировать так: **определяемое знаковое выражение применяется только лишь для выражения той информации, которая содержится в описании свойств Dfn, и для обозначения соответствующих этому описанию объектов** (иными словами, определяемое знаковое выражение может рассматриваться как имя для свойств, указанных в Dfn, и как имя соответствующего класса.) От иной информации, которая ранее ассоциировалась с определяемым знаковым выражением, мы отвлекаемся.

На основании изложенного можно сформулировать постулат, устанавливающий условие равенства некоторых контекстов по заключающейся в них содержательно-семантической информации. *Два контекста, представляющие собой явные определения понятий истин, каждый из которых получается друг из друга путем перевода, состоящего в замене знаковых выражений, употребленных в функции упоминания, на соответствующие знаковые выражения, употребленные в функции использования, и наоборот, мы будем считать несущими равную содержательно-семантическую информацию;* при этом замена должна производиться таким образом, чтобы в ее результате получались определения, имеющие одну из следующих форм:

$Dfd = Dfn$; « Dfd » = « Dfm »; « Dfd »₋ = Dfn .

Так, следующие дефиниции несут одну и ту же информацию: « h обозначает квант действия» (номинальное семантическое определение); « h есть квант действия» (реальное определение); «Выражение h имеет то же самое значение, что и выражение «квант действия»» (номинальное несемантическое определение). Аналогично мы будем считать, что и следующие два предложения: «Первый покоритель космоса есть Юрий Гагарин», «Первый покоритель космоса носит имя (именуется) Юрий Гагарин» — имеют одну и ту же содержательную информацию.

Из указанного постулата в качестве непосредственных следствий можно получить следующие теоремы:

Т.1. Семантическое определение в форме $Dfd \sim O \sim Dfn$ эквивалентно в смысле содержащейся в нем содержательно-семантической информации реальному определению $Dfd = Dfn$. Это можно записать так:

$$Dfd \text{ TГ } Dfn \qquad Dfd = Dfn.$$

Т.2. Семантическое определение в форме $Dfd \sim O \sim Dfn$ эквивалентно по содержащейся в нем содержательно-семантической информации соответствующему номинальному несемантическому определению « Df/d » = « Df/n »:

$$Dfd \text{ TГ } Dfn \qquad \langle Dfd \rangle = \langle Dfn \rangle.$$

Т.3. Реальное определение $Dfd = Dfn$ эквивалентно в смысле содержащейся в нем содержательно-семантической информации номинальному определению вида

$$\langle Dfd \rangle = \langle Dfn \rangle; \qquad Dfd = -Dfn \qquad \langle Dfd \rangle = \langle Dfn \rangle.$$

Под синтаксическими явными определениями в широком смысле этого слова понимают определения, которые непосредственно (т. е. без предварительных переводов) могут рассматриваться как правила взаимозаменяемости Dfd и Dfn в любых стандартных контекстах.

Схему синтаксического определения часто записывают так: $Dfd^A Dfn$.

Понятие синтаксического определения в широком смысле приобретает точный смысл лишь по отношению к формальным системам и формализованным языкам, где явными определениями вместо одной комбинации символов ставится в соответствие с помощью знака ^Л новый символ (или их комбинация). Этот новый символ Dfd рассматривается как сокращение для некоторой комбинации символов, уже введенных в систему. Такие определения расширяют язык системы и рассматриваются одновременно как правила замены Dfn на Dfd и наоборот. Обоснование этого правила для систем указанного типа может быть осуществлено в общем виде; во всяком случае имеется общий алгоритм такого обоснования.

Содержательные определения вида $Dfd = Dfn$ и « Dfd » = « Dfn » могут также непосредственно рассматриваться как правила взаимозаменяемости Dfd и Dfn (от иных функций определения мы на время можем отвлечься). Однако это обоснование осуществляется уже на основе анализа конкретного содержания определений.

Синтаксическим определениям в широком смысле противопоставляются семантические определения ($\langle Dfd \rangle = \langle Dfn \rangle$), которые непосредственно не допускают взаимозаменяемости Dfd и Dfn . Эта взаимозаменяемость возможна лишь после того, как они будут переведены в соответствующие номинальные или реальные определения.

В литературе по логике под синтаксическими определениями иногда понимают и такие реальные определения, где Dfn представляет собой описание определяемого объекта по тем процедурам и операциям, которые можно с ним производить. Такие определения будем называть *синтаксическими в специальном смысле*.

Синтаксические определения в специальном смысле противопоставляются тем определениям, в которых спецификация Dfd осуществляется через описание его свойств.

Приведем примеры синтаксического определения в широком смысле и синтаксического — в специальном смысле.

Допустим, дано сложное описание: «Секрет, выделяемый островками Лангерганса поджелудочной железы». Это описание можно сократить, введя взамен его простое понятие «инсулин». Тогда наше определение, имеющее вид: «Инсулин = секрет, выделяемый островками Лангерганса поджелудочной железы», будет синтаксическим определением в широком смысле, коль скоро оно истолковывается нами как правило взаимозаменяемости Dfd и Dfn.

В самых различных играх (шахматы, карты и т. п.) значение фигур, карт выясняется через их роли, через допустимые правила оперирования с ними в процессе игры. Названия фигур «король», «ладья», «ферзь» и т. п. в шахматной игре можно рассматривать как сокращения для описания их исходных положений на шахматной доске в начале игры и возможных ходов в процессе игры. Через свойства эти фигуры определить нельзя: все они, вообще говоря, могут быть различной формы и сделанными из различного материала (например, потеряв короля, мы можем заменить его пуговицей, куском сахара, камешком и т. п.). **В этом случае мы будем иметь дело с синтаксическими определениями в специальном смысле.**

Таковы же определения натурального ряда чисел в конструктивной математике и логике через описание порождающей процедуры последовательности чисел 1, 2, 3, 4, 5...

Если, например, натуральный ряд считается уже заранее заданным, построенным (например, порожденным из пустого множества предметов по Фреге — Расселу), то мы можем определять различные числа через описание правил оперирования с ними. Так, описание «Число, большее нуля, которое, будучи сложено с самим собой, дает свой квадрат» может быть заменено знаком «2».

В таком случае мы получим определение: «2 = число, большее нуля, которое будучи сложено с самим собой, дает свой квадрат». Аналогично определяются такие объекты, как скобки, знаки препинания, а именно через правила их употребления, оперирования с ними в различных контекстах. Таковы, например, и определения сосуда как того, во что может быть налита жидкость с целью ее сохранения, кипячения и т. п.; пищи — как того, что можно съесть с целью утоления голода и поддержания жизни; председателя собрания — как человека, выполняющего определенные организаторские функции, и т. п.

Так называемые **операциональные определения** следует рассматривать как вид синтаксических определений в специальном смысле (мы их рассмотрим ниже). Анализ семантических и синтаксических определений будет продолжен в связи с обсуждением определений в формализованных языках и формальных системах.

3.3. Аналитические и синтетические определения понятий истин

В логике и философии различают аналитические и синтетические определения понятий.

Известно, что проблема аналитических и синтетических суждений, аналитического и синтетического знания вообще подробно рассматривалась в философии и логике еще И. Кантом (а до Канта — Лейбницем). По Канту, **аналитическое суждение a priori обладает свойствами всеобщности и необходимости и в силу этого является истинным независимо от обращения к непосредственному опыту**. Так, всякое атрибутивное суждение, относительно которого без обращения к опыту известно, что предикат P включен в содержание субъекта S , является аналитическим и потому истинным (например, «всякое тело протяженно»). Ряд синтетических суждений так же могут обладать свойствами всеобщности и необходимости (например, « $5+7=12$ ») и быть поэтому независимыми от опыта всеобщими истинами, но уже в силу иных оснований («синтетические суждения a priori»).

Проблема аналитического и синтетического существует и по отношению к определениям понятий истин. Р. Робинсон **номинальные семантические определения подразделяет на аналитические и синтетические**.

Предлагаемое Р. Робинсоном подразделение семантических определений на аналитические и синтетические можно принять при условии, если предполагается, что осуществлен перевод всех реальных определений, к которым, прежде всего, относятся определения понятий истин, в ранг семантических. Переводы реальных определений понятий истин в семантические номинальные будут принадлежать классу аналитических определений понятий истин. Следует также предположить, что и несемантические номинальные определения вида « Dfd »=« Dfn » также переведены в ранг семантических: среди них могут встретиться как аналитические, так и синтетические определения. Отсюда следует, что деление определений на номинальные и реальные не является изоморфным их делению на аналитические и

синтетические, поскольку в число аналитических войдут и некоторые номинальные определения, и переводы реальных в номинальные, а синтетические составят лишь часть номинальных.

Перевод же всех определений понятий истин в ранг семантических для выявления их аналитического или синтетического характера детерминируется задачами исследования, в частности, потребностями выработки различий между разными видами аналитических и синтетических определений понятий истин.

В работе «Об аналитических и синтетических определениях» Л. Борковский выделяет три понимания аналитического и синтетического определения.

Первое понимание аналитического (соответственно синтетического) определения связано с тем, что определение некоторого слова W формулируется по отношению к *данному* языку S . Это понятие аналитического и синтетического определений он называет *безотносительным*.

Второе понимание аналитического (соответственно синтетического) определения связано с тем, что некоторая аналитическая или синтетическая дефиниция слова W , принадлежащая некоторому языку S , тем не менее соотнесена с другим языком. Это понятие аналитической или синтетической дефиниции Борковский называет *относительным*.

Третье понимание аналитического и синтетического определений связывается Л. Борковским с тем, что оно может быть соотнесено с тем или иным лицом. Такое понятие аналитического или синтетического определений называется Л. Борковским *прагматическим*.

Аналитическое и синтетическое определения понятий истин в первом понимании можно определить так.

D есть аналитическое определение слова (понятия истины) W в языке S : 1) D есть определение слова W в языке S ; 2) в языке S существуют истинные доказанные положения, которые релевантно содержат слово W и являются истинными, доказанными положениями не в силу определения D . (Слово W входит в истинное доказанное предложение релевантно, если, и только если, замена его константным словом той же семантической категории, принадлежащей этому языку, отличающимся от слова W своим объемом, приводит к тому, что это предложение не является уже доказанным, истинным.)

D есть синтетическое определение слова W в языке S : 1) D есть определение слова W в языке S ; 2) в языке не существует доказанных истинных предложений, которые бы релевантно содержали слово W и

не рассматривались бы как таковые кроме как на основе определения *D*.

Примерами аналитических определений могут быть различные определения слов, встречающиеся в толковых словарях, поскольку эти слова входят во многие тезисы естественного языка, и притом не на основе тех определений, которые мы даем им в словарях. **Допустим, в некоторой научной дисциплине встречается понятие истины *W*. Мы его затем уточняем посредством определения *D*. Это определение понятия истины будет аналитическим.**

С безотносительными синтетическими определениями мы имеем дело тогда, когда естественный язык расширяется за счет слов, значения которых вводятся определениями, которых ранее в языке не существовало.

Это бывает связано с тем, что в действительности появляются некоторые новые истины: объекты, явления, ситуации, которых ранее не было. Так, например, вводились в язык слова «спутник», «космонавт», «кибернетика».

Допустим, при систематическом построении геометрии Евклида (язык *S*) нами впервые вводятся определениями понятия «окружность», «квадрат», то эти определения понятий истин будут синтетическими. Эти понятия затем могут много раз встречаться в нашей теории, но первоначальное их определение продолжает оставаться синтетическим. Введение новых понятий истин, обозначающих вновь открываемые элементарные частицы в физике микромира, также осуществляется путем синтетических определений.

Приведем примеры аналитических и синтетических определений понятий истин в относительном смысле. **Вводимое учителем определение в процессе обучения может быть синтетическим для «языка» учащихся, но аналитическим для «языка» учителей.** Явное определение дизъюнкции в аксиоматическом исчислении высказываний (язык *S*), где в качестве первичных понятий истин фигурируют знак импликации и знак отрицания относительно данного языка *S*, является синтетическим. Но эта дефиниция является аналитической относительно языка *S_i* — относительно содержательно-алгоритмического построения логики, где дизъюнкция определена таблично.

Синтетическое определение словосочетания «натуральное число» в теории множеств и в логике будет аналитическим в отношении языка обычной арифметики.

Безотносительное и относительное понимание аналитических и синтетических определений в отношении некоторого лица *P* предполагает высказывание им некоторой оценки о дефиниции. Если в

его опыте, в его «языке» определяемое слово W содержалось в иных контекстах, то он оценит его как аналитическое, свидетельством чему может явиться его оценка данного определения как истинного, как такого, в котором соблюдено правило взаимозаменяемости Dfd и Dfn . Если таких оценок лицо P не может выработать, то это означает, что определение для него является синтетическим. При прагматическом подходе к анализу определения понятия истины выясняется, что его оценка определения как аналитического или синтетического действительно детерминирована объективными фактами его подготовки, прошлого опыта и т. д. (в зависимости от этих фактов будут меняться и оценки определений у различных лиц). Однако его оценки, относящиеся к истинности и правильности определений, могут иметь гносеологическую природу и не зависеть от психологических факторов.

Таким образом, в самом общем смысле аналитическое определение понятия истины представляет собой определение, являющееся явным (эксплицитным) формулированием значений понятий истин, уже существующих в том или ином языке, где они могут быть первоначально определены независимо от вводимого определения понятия истины, например, неявно, контекстуально.

Синтетическим определением понятия истины в самом общем смысле называется определение значения вновь вводимого в тот или иной язык понятия истины или сознательное уточнение, изменение значения понятия истины, уже существующего в некотором языке; в последнем случае по существу имеет место введение нового значения для уже существующего понятия истины в некотором языке. Заметим, что правило взаимозаменяемости Dfd и Dfn , основанное на тождестве их экстенциональных характеристик, требуется проверять лишь по отношению к аналитическим определениям понятий истин. По отношению к синтетическим определениям понятий истин корректность этого правила обеспечивается самим построением определения понятия истины, которое непосредственно и естественно может быть истолковано как определение типа сокращений (при этом мы, разумеется, отвлекаемся от исторической ограниченности наших знаний).

Аналитические и синтетические определения понятий истин являются номинальными, поскольку в них идет речь об определении именно понятия, а не соответствующего ему объекта (понятие Dfd в этих определениях упоминается).

Заметим, что все реальные определения понятий истин могут быть рассмотрены как переводы соответствующих аналитических определений. Поэтому реальные определения понятий истин и

рассматриваются нами как определения, в которых объект представлен уже соответствующим именем в соответствующем языке до определения.

Понятия истин, которые введены в язык синтетическим определением, при повторном их анализе, экспликации путем нового определения приобретают иногда характер аналитических.

3.4. Явные и неявные определения понятий истин.

Явные определения — это такие определения, в которых присутствуют Dfd и Dfn (их обобщенная схема: $Dfd=DfDfn$ или $Dfd = Dfn$).

Эти определения при соблюдении известных требований содержат и правила введения (в самых различных стандартных контекстах теории понятие Dfn может быть заменено понятием Dfd), и правила удаления (понятие Dfd может быть заменено в различных стандартных контекстах понятием Dfn).

В виде явных определений понятий истин могут формулироваться самые различные определения: номинальные и реальные, семантические и синтаксические, аналитические и синтетические и т. п.

Явные определения понятий истин делятся на **абсолютные и неабсолютные**. **Абсолютными** называются определения понятий истин, в которых ни одна имеющая самостоятельное лексическое значение часть понятия Dfd не встречается в составе понятия Dfn независимо от того, применяются они в функции использования или упоминания. С такими случаями в корректно построенных определениях понятий истин мы встречаемся всегда, когда понятие Dfd состоит из одного слова (ср. определение человека, функции, инсулина и т. п.).

Неабсолютными называются определения понятий истин, в которых какая-то имеющая самостоятельное постоянное лексическое значение часть понятия Dfd входит и в состав понятия Dfn.

Например, «Затухающие колебания — это такие колебания, амплитуды (и соответственно энергия) которых уменьшаются с течением времени». Здесь слово «колебания» входит и в состав Dfd, и в состав Dfn. Такие определения имеют вид: $Dfd(A, B)=Din(.. .B...)$ (понятия Dfd и Dfn включают в качестве общей части B, но сложный термин Dfd построен из A и B).

Аналогичны определения простого числа, четного числа, добродетельного человека, рекурсивной функции и т. п. Такого рода

повторения частей Dfd в составе Dfn не означают ошибки порочного круга. Обычно с неабсолютными определениями мы встречаемся тогда, когда некоторые классы объектов (например, числа, функции) и соответствующие им общие имена уже определены на уровне науки или на уровне естественного языка. При этом возникает задача определить какие-то правильные подмножества этого класса (может оказаться, что элементы этих подмножеств обладают важными для познания истины или практики специфическими свойствами). Если эти подмножества не имеют особых абсолютных имен в языке, то мы можем ввести определением новое сложное (неабсолютное) имя таким образом, чтобы оно указывало, к части какого уже известного нам класса оно относится (нам важно по строению названия знать, что четные числа представляют собой подмножество натуральных чисел, а рекурсивные функции — вид функций).

Порочного круга в неабсолютных определениях не возникает, поскольку в них определяется не значение понятия B , повторяющегося в понятиях Dfd и Dfn (а равно и не значение понятия A), а сложное имя, имеющее новое значение по сравнению со значениями понятий A и B . Это сложное имя, вообще говоря, может быть заменено новым абсолютным именем, и тогда неабсолютные определения примут вид абсолютных определений.

Определения предикатов, представленных в виде пропозициональных функций, такие, как: простое число (x), не рассматриваются как неабсолютные, несмотря на то, что x входит и в состав Dfd , и в состав Dfn . Дело в том, что свободные переменные не являются понятиями, имеющими самостоятельное лексическое значение. В такого рода дефинициях определяются значения понятий, а именно предикатов, но не через сведение последних к области значений x , которым они удовлетворяют (т. е. к экстенсионалу функции « x — простое число»), а через иные предикаты.

Под неявными определениями понятий истин мы будем понимать определения посредством аксиом в аксиоматических теориях (назовем их неявными определениями в собственном смысле). Иные виды определений понятий истин, характеризующихся как неявные, но которые могут быть по известным алгоритмам преобразованы в явные, будут рассмотрены особо. Для неявных аксиоматических определений понятий истин не существует правил, позволяющих осуществить указанное преобразование в рамках теории: здесь первичные понятия теории определяются друг через друга в неэлиминируемых в рамках теории контекстах.

К числу неявных (в собственном смысле), как уже указывалось, относят **аксиоматические определения понятий истин, т. е.**

определения первичных объектов посредством первичных предложений (аксиом) в аксиоматических теориях.

Специфика неявных определений понятий истин по сравнению с явными проявляется наиболее ярко в следующих моментах.

В отличие от явных определений понятий истин, имеющих структуру $Dfd=Dfn$, в неявных отсутствуют понятия Dfd и Dfn , и вследствие этого не производится никаких способов их отождествления. Посредством неявных определений понятий истин выделяется некоторая система множеств, обладающих известной структурой, и притом таким образом, что аксиоматическое описание при применении к нему правил логики дает возможность получать об этих множествах новую информацию, доказывать о них теоремы. Первичные объекты системы (и соответствующие им понятия) определяются друг через друга: неявные определения понятий истин — круговые определения; однако содержащиеся в них круги не являются порочными. В силу того что эти определения являются круговыми, каждый первичный объект (соответственно понятие истины) не может быть определен через остальные: неявное определение понятия истины того или иного объекта (или понятия) не может быть заменено соответствующим явным определением понятия истины. Это означает, что для неявных аксиоматических определений понятий истин не существует правил удаления в рамках замкнутых теорий. Для явных определений $Dfd = Dfn$ существуют не только правила введения объектов (и соответствующих понятий), но и правило их удаления внутри теории. Так, некоторое описание, соответствующее Dfn , мы можем заменить понятием Dfd (правило введения). Затем в случае надобности мы можем в некотором контексте понятие Dfd элиминировать, заменив его понятием Dfn .

С простейшими аксиоматическими определениями мы встречаемся в алгебре. В качестве примера рассмотрим определение группы в алгебре.

Непустое множество G называется группой, если в нем определена алгебраическая операция, называемая (условно) умножением, которая каждым двум элементам a, b из G ставит в соответствие элемент c также из G , называемый условно их произведением, и обладает следующими свойствами:

(1) $a(bc) = (ab)c$ (закон ассоциативности).

(2) Для любых a и b из G уравнения $ax = b$ и $ya = b$ разрешимы в G , т. е. в G существуют элементы c и d такие, что $ac = b$ и $da = b$ (закон обратимости).

Этому определению удовлетворяют некоторые множества с определенными на них алгебраическими операциями и потому

являются, согласно определению, группами. Таковы все целые, рациональные, действительные и все комплексные числа относительно операции сложения чисел, играющего роль групповой операции умножения. Ни одно из этих множеств не является группой относительно операции умножения чисел. Но все рациональные, все действительные и все комплексные числа, исключая число 0, являются группами относительно операции умножения. Итак, с помощью этого определения мы можем выделить совокупности конкретных множеств с соответствующими операциями, определенными на них, которые могут квалифицироваться как группы.

Обратим внимание на следующие черты приведенного определения. Во-первых, в данном определении встречается ряд переменных: G —для множеств; a, b, c —переменные для элементов множеств G ; умножение — переменная для алгебраических операций.

Во-вторых, с помощью данного аксиоматического описания вводится некоторая система взаимосвязанных объектов, находящихся за пределами аксиоматической теории, а именно: множеств с операциями, определенными на них, которые удовлетворяют аксиоматическому описанию. Свойства этих операций и описываются аксиомами (1) и (2). Рассмотрим второй пример².

Пусть система неопределяемых объектов состоит из множества (области) D , нуля — элемента этого множества и унарной операции над элементами множества D , т. е. операции ('). Эту систему объектов обозначим $\langle D, 0, ' \rangle$.

Эта система объектов, как и в предыдущем примере, является абстрактной, поскольку мы ничего не знаем о природе объектов, кроме соотношений между ними, описываемых соответствующими аксиомами. Аксиоматическая же система, описывающая соотношения между этими объектами, является содержательной, поскольку это - описание осуществляется на обычном (но не формализованном) языке. Такие аксиоматические системы часто называют абстрактно-содержательными. Когда те же самые аксиоматические системы противопоставляются конкретно-содержательным системам (ср. аксиоматическое изложение геометрии Евклидом), где объекты, описываемые аксиомами, считаются известными ранее аксиом, то их часто называют формальными.

Для этой же теории можно отыскать ряд других моделей (представлений), которые ей удовлетворяют (в том числе и не только математических). Но все эти представления будут изоморфны множеству натуральных чисел. (Два представления (множества) называются изоморфными друг другу, если между элементами первого и элементами второго множеств можно установить взаимно-

однозначное соответствие и предикаты, определенные на них, отличаются следующим свойством: если они выполняются (или не выполняются) для некоторых фиксированных элементов первого множества, то они соответственно выполняются (или не выполняются) для элементов второго множества, которые сопоставлены (в ходе установления взаимно-однозначного соответствия) элементам первого множества, и наоборот.)

Если системы объектов изоморфны друг другу и если одна из них удовлетворяет некоторой аксиоматической теории, то и остальные удовлетворяют ей.

Если две системы объектов не изоморфны друг другу и одна из них удовлетворяет некоторой аксиоматике, то здесь могут встретиться два случая: (1) другая может ей не удовлетворять; (2) другая может ей и удовлетворять.

Допустим, нам дана система вычетов по модулю 2: 0, 1, 0, 1, 0, 1...

Натуральный ряд превратится в эту систему, если каждое число, начиная с нуля, заменить его остатком от деления на 2. Эта система объектов не изоморфна натуральному ряду чисел, поскольку между этими системами объектов нельзя установить взаимно-однозначного соответствия.

Итак, существуют **тройкого рода аксиоматические теории**.

1. Аксиоматические теории, для которых все ее представления изоморфны друг другу. Такие системы аксиом называются **категоричными**.

2. Аксиоматические теории, для которых существуют неизоморфные друг другу представления. Такие системы аксиом называются **неполными**.

3. Аксиоматические теории, для которых не существует представлений. Такие системы аксиом называются **невыполнимыми**. В противоположность невыполнимым системам категорические и неполные системы называются выполнимыми.

Теперь обсудим вопрос о том, в каком смысле об абстрактно-содержательных аксиоматических теориях можно говорить как об определениях понятий истин. Это представляется важным, поскольку не все логики склонны относить аксиоматики к особому виду определений, т. е. рассматривать их в качестве так называемых неявных определений: они иногда рассматриваются как особый способ задания первичных объектов теории, который осуществляется не посредством определений, а просто посредством аксиом.

Когда строились конкретно-содержательные аксиоматические системы (ср. построение геометрии Евклидом), где изучаемые объекты предполагались данными и в какой-то мере изученными до построения

теории, где формулированию аксиом предпосылались явные определения изучаемым объектам, а **аксиомы истолковывались как истинные предложения**, описывающие соотношения между ними, в методологии науки не возникало вопроса о том, являются ли аксиомы определениями или нет. **Аксиомы безоговорочно исключались из числа определений**.

В абстрактно-содержательных аксиоматиках, как мы видели, конкретные изучаемые объекты (истины) и их соотношения фигурируют в виде соответствующих переменных, и в контексте теории они «определены» лишь на грамматическом уровне. Например, в аксиоматике теории групп о знаке G мы знали лишь то, что это переменная для множеств, о знаках a, b, c мы знали, что это переменные для элементов множества G , о выражении «операция, условно называемая умножением» мы знали, что это переменная для математических операций. Поскольку нестрогое построение содержательных научных теории обычно предполагают включение в них явных определений изучаемых объектов (истин), **встал вопрос о том, могут ли быть построены теории без определений вообще или сами аксиомы здесь играют роль определений**.

Многие логики склонны абстрактно-содержательные аксиоматики рассматривать как особого рода неявные определения, хотя всем ясно, что способ введения изучаемых объектов посредством аксиом существеннейшим образом отличается от способа введения изучаемых объектов посредством явных определений. Мы полагаем, что рассмотрение абстрактных аксиоматик как определений понятий истин имеет некоторые основания (хотя, вообще говоря, для этого способа введения объектов в науку можно было бы придумать и новое имя). С. Клини в этой связи пишет: «Иногда говорят, что аксиомы аксиоматической теории служат неявным определением системы объектов этой теории, но это может означать только, что аксиомы определяют то, к каким системам, определенным вне теории, эта теория применима».

Само собой понятно, что выделение с помощью аксиом систем объектов (истин), которые находятся за пределами теории и которые им удовлетворяют, возможно лишь тогда, когда контекст, состоящий из совокупности (конъюнкции) аксиом, имеет некоторое семантическое значение, независимое от конкретных областей их применения.

Добавление каждой последующей аксиомы (если она является независимой от всех остальных) сужает круг возможностей ее применения к объектам (истинам).

Вообще говоря, и элементарные пропозициональные функции, включающие лишь переменные, также определяют множества, которые им удовлетворяют, а именно с их помощью удастся произвести различие множеств, соответствующих одноместным предикатам, множеств, соответствующих двухместным предикатам, и т. д. Однако они не рассматриваются как определения вообще, поскольку в соответствующих системах они **не выполняют функций определений: они не содержат требований и правил и не рассматриваются как теоремы системы**. Каждая же аксиома теории может рассматриваться (как явное определение понятия истины, вводимое в систему) в качестве теоремы. **Как и явные определения понятий истин, расширяющие круг наших дедуктивных возможностей, аксиомы используются при развитии теории, при доказательстве соответствующих теорем.**

Мы привыкли к тому, что всякая теория (и строгая и нестрогая) включает в свою базисную часть определения тех основных объектов (соответственно понятий истин), которые она изучает, хотя и способы их определения могут существенно отличаться друг от друга. Это, видимо, и послужило основанием для того, чтобы процедуры, связанные с аксиоматическим способом введения основных объектов теории, отнести к числу определений и не вводить для них нового особого имени. Специфика этих определений подчеркивается наличием словосочетания «неявные аксиоматические» в словосочетании «неявные аксиоматические определения», являющемся именем для рассматриваемого способа задания объектов теории.

Неявные аксиоматические определения понятий истин могут быть истолкованы в известном смысле и как явные. Многие неявные аксиоматические определения понятий истин и формулируются часто как соответствующие явные (в особом смысле).

Если для объектов (истин), которые удовлетворяют аксиоматическим описаниям, ввести особое имя, то мы получим явное определение этих объектов в том смысле, что в рамках теории введенное имя может быть элиминировано тем же способом, что и в явных семантических определениях (Dfd и Dfn становятся взаимозаменяемыми в различных контекстах).

Иногда для систем объектов (истин), описываемых множеством аксиом (и эта система аксиом не является полной, т. е. аксиоматика не является категоричной), бывает затруднительно придумать общее имя, которым удовлетворяет система вычетов по модулю 2 и система натуральных чисел.

Для системы объектов абстрактной аксиоматики геометрии Евклида можно было бы дать имя «Объекты евклидовой геометрии».

Часто аксиоматические определения понятий истин и формулируются как явные определения понятий истин в указанном выше смысле.

Таково было рассмотренное выше определение группы («Непустое множество называется группой, если...»),).

Указанные выше явные определения понятий истин, возникающие из соответствующих систем аксиом, являются явными лишь в смысле взаимозаменяемости Dfd и Dfn в пределах теории. Однако они существенным образом отличаются от иных явных определений понятий истин по структуре Dfn , по способу детерминации тех систем объектов (истин), лежащих за пределами теории, которые им удовлетворяют. Поэтому указанные определения понятий истин будем называть квазиявными аксиоматическими определениями понятий истин.

Аксиоматические теории следует отличать от интуитивных аксиоматик, примером которых может быть аксиоматика Евклида. В «Началах» Евклида даются явные определения отдельным «первичным» терминам системы. Эти определения лежат вне самой системы и как бы предпосылаются ее построению. Понятия, в которых описываются определения ряда исходных понятий, не входят затем в формулировки соответствующих первичных предложений (постулатов и аксиом) и в доказательства теорем, и потому такие понятия в геометрии Евклида, как «точка», «прямая», «поверхность», «плоскость», следует рассматривать как первичные понятия, введенные без определений. При доказательстве соответствующих теорем учитываются лишь те их свойства, которые описываются соответствующими первичными предложениями (аксиомами и постулатами).

Определения различных первичных понятий по отдельности в «Началах» Евклида формулируются как реальные и предполагаются интуитивно ясными, а первичные предложения, в которых описываются свойства и соотношения этих объектов, в истории философии часто рассматривались как самоочевидные истины. О свойствах и соотношениях более сложных объектов, вводимых путем обычных явных определений, доказываются соответствующие теоремы.

Геометрия Евклида строилась и долгое время истолковывалась как теория, непосредственно описывающая свойства реального физического пространства.

Новый этап в развитии аксиоматики связан с именами М. Паша, Ф. Клейна и др. и нашел свое завершение и применение в «Основаниях

геометрии» Д. Гильберта. Большую роль в формировании новых взглядов на аксиоматические построения и характер фигурирующих в них аксиом сыграли открытия неевклидовой геометрии, сделанные Я. Бойаи и Н. И. Лобачевским.

Первым шагом в построении таких теорий является отбор систем объектов (истин), их свойств и отношений между ними (осуществляемый нередко на основе анализа соответствующих содержательных построений, в том числе и аксиоматических).

Именно потому, что первичные понятия на этом этапе построения теории не связаны с какой-то фиксированной интерпретацией, аксиомы перестают играть роль некоторых истин (тем более самоочевидных истин). Они, по мнению Р. Столла, играют роль теорем, принимаемых в системе за доказанные предложения о некоторых неспецифицированных объектах. **Истинность аксиом в таком случае заменяется их доказуемостью на формально-синтаксическом уровне, коль скоро они могут быть рассмотрены как теоремы системы.**

Непосредственно аксиомы не могут рассматриваться как истинные утверждения; они суть некоторые неявные определения неспецифицированных объектов. Но аксиоматические системы создаются для решения определенных научных задач. Поэтому исследователи всегда ищут определенную интерпретацию для системы, стремятся построить модель, удовлетворяющую абстрактной аксиоматической системе. Когда модель построена, аксиомы становятся истинными предложениями.

При аксиоматизации одной и той же интуитивно-содержательной теории может иметь место отбор различных совокупностей первичных понятий. Так, в аксиоматике евклидовой геометрии, созданной Д. Гильбертом, имеется шесть первичных понятий: «точка», «прямая», «плоскость», «инцидентно», «между» и «конгруэнтно».

В аксиоматике евклидовой геометрии, разработанной М. Пиери, два первичных понятия: «точка» и «движение». В этом случае, как говорят, мы имеем дело с различными формулировками одной и той же теории. Для **абстрактных аксиоматических систем**, как и для большинства явных содержательных определений понятий истин, не существует алгоритма, позволяющего отыскивать системы объектов, удовлетворяющих соответствующим описаниям, т. е. составлять список всех систем объектов, удовлетворяющих данному описанию. Такое описание осуществляется на основе интуитивно-содержательных соображений.

Аксиома обычно определяется как предложение, принимаемое в рамках той или иной теории без доказательств. Такое определение

аксиомы является вполне приемлемым, если методологию науки ограничивать рассмотрением внутренних проблем науки. Если же методология науки строится на основе учета и внутренних и внешних проблем науки, то приведенное определение аксиомы представляется слишком узким.

Многие (и притом наиболее интересные в научном отношении) аксиоматические абстрактно-содержательные теории или формализованные системы возникают в результате формализации соответствующих конкретно-содержательных теорий. **«Интерпретация побуждает метаматематика, — пишет С. Клини, — выбрать ту или иную формальную систему, которая вводится посредством определений. Она руководит им при выборе относящихся к этой системе проблем, которыми он будет заниматься. Она может даже доставить ему ключи, существенные для решения этих проблем. Только в окончательных формулировках и доказательствах он (как метаматематик) должен отказаться от пользования интерпретацией».**

Эту же мысль высказывал значительно ранее Ф. Энгельс. Он указывал, что (при историческом подходе) основные принципы, **аксиомы науки** выступают всегда не как исходные начала исследования, а как его заключительные результаты.

При таком подходе аксиомы абстрактно-содержательных или формализованных теорий уже не являются предложениями, которые не обосновываются, они не обосновываются лишь в рамках замкнутой теории. На методологическом же уровне, учитывающем не только «внутренние», но и «внешние» проблемы научных теорий, они получают обоснование (пусть и не строго формальное).

В процессе такого обоснования, видимо, играют роль и такие критерии, как «интуитивная ясность», «очевидность» и т. п., которые формулировались великими математиками и философами прошлого.

Поэтому было бы целесообразным расщепить понятие об аксиоме и кроме определения аксиомы в узкологическом смысле, связанного с анализом внутритеоретических проблем, **ввести понятие об аксиоме в специально-методологическом смысле, связанном с обсуждением внешнетeorетических проблем науки.**

3.5. Дескрипции и дескриптивные определения понятий истин.

В логике существуют различные способы выделения индивидуальных предметов. **Наиболее распространенным является способ**

выделения индивидуумов посредством собственных имен (ср. «Волга», «Леонардо да Винчи», «Юрий Гагарин»). Однако индивидуумов несравненно больше, чем собственных имен. В естественном языке существует и иной способ спецификации единичных объектов (индивидуумов). Он осуществляется посредством **фиксации предиката или комбинации предикатов, принадлежащих лишь тому или иному единичному объекту.**

Зафиксированные в языке предикаты и их комбинации, выполняющие роль **спецификации единичных объектов, носят название дескрипций** (точнее, **определенных дескрипций**). К дескрипциям как средствам спецификации мы прибегаем и тогда, когда единичные объекты имеют постоянное собственное имя (ср. «Волга» и «самая большая река в Европе»), и тогда, когда они не имеют собственного имени или оно навсегда забыто (ср. «самое высокое дерево в таком-то саду», «изобретатель колеса»).

Иногда дескрипции **включают многоместные предикаты и собственное имя** (ср. «жена А. С. Пушкина»). Объекты и события специфицируются и посредством **описаний их временных и пространственных координат.** Этот способ выделения применяется в точных науках и имеет то преимущество, что **освобождает описание от всяких двусмысленностей и обеспечивает применение к нему математических методов.**

При оперировании с определенными дескрипциями предполагается, что существует объект (истина), им удовлетворяющий (**дескрипту**), и притом **единственный.**

Для дескрипции обычно используется обозначение $f(x)$, которое читается: «тот который обладает свойством f », f — здесь предикат или комбинация предикатов). Таким образом, **i-оператор (йота-оператор) превращает некоторую функцию $f(*)$ в некоторое имя.**

И собственные имена, и дескрипции входят в предложения естественного языка. **Собственные имена и дескрипции играют роль аргументов в предложениях, представляющих собой логические функции.** Использование дескрипций в качестве аргументов в функциях имеет то преимущество по сравнению с дескриптумами собственных имен, что они **раскрывают структуру дескриптума, сообщают о нем дополнительную информацию.**

В математике с помощью i-оператора вводятся чаще всего **индивидуальные абстрактные объекты.** В этом случае дескрипции должны однозначно описывать именно некоторый индивидуальный объект. **Существование дескриптума означает непротиворечивость дескрипции, единственность дескриптума означает ее полноту.**

Введение индивидуальных истин посредством дескрипций осуществляется в **форме определений понятий истин через дескрипции: дескрипция превращается в Dfn определения, а роль Dfd играет вводимое для дескриптума собственное имя.** Так, дескрипция «То число, на которое нельзя делить в арифметике» заменится определением: «Нуль есть то число, на которое нельзя делить в арифметике». Аналогично дескрипция «То число, которое, будучи добавлено к произвольному числу n , дает число n » заменится определением: «Нуль есть то число, которое, будучи добавлено к произвольному числу n , дает число n ».

Допустим, дана дескрипция «То натуральное число x , которое обладает таким свойством, что $x+x=x^2$ и $x>0$ ».

Этой дескрипции удовлетворяет единственное число, обозначаемое цифрой «2». Соответствующее определение примет вид: «2 есть то натуральное число x , которое обладает тем свойством, что $x+x=x^2$ и $x>0$ ».

Вопрос о формальном определении i -оператора, о трудностях синтаксического характера, связанных с использованием таких определений, а равным образом и вопрос об определении оператора неопределенной дескрипции мы обсудим ниже в связи с рассмотрением контекстуальных определений понятий истин (см. 3.6).

Дескриптивные определения в логике и математике трактовались различными учеными по-разному. Г. Фреге, например, отстаивал взгляд, согласно которому дескриптивные определения не могут вводить, создавать предмет, который они описывают: **если предмета (истины) не существует, то его нельзя ввести определением** (при помощи определения нельзя, например, указывал Фреге, ленивого ученика превратить в прилежного). Можно, конечно, создать такую дескрипцию, как «то число, которое меньше двух и больше трех», но эта дескрипция противоречива, так как таких чисел все равно не существует. **По Фреге, и 0 нельзя ввести определением, если такого объекта нет в действительности.** Р. Карнап в трактовке дескриптивных определений исходит из точки зрения Фреге. Согласно Карнапу, прежде чем создать и использовать дескриптивные определения, мы должны доказать, что существует предмет (истина), и притом только один, который удовлетворяет этому определению.

Точка зрения, высказанная Р. Карнапом, оспаривалась многими логиками. При этом справедливо указывалось, что в таком случае дескриптивные определения как особый вид определений теряют свой смысл, так как доказательство (в конструктивном смысле) того, что предмет, удовлетворяющий дескрипции, существует, означает, что он может быть в таком случае предварительно задан через имя и

определен обычным путем, без йота-оператора. В целях защиты своей точки зрения на дескрипции Р. Карнап предложил такой выход: **для доказательства существования предмета не обязательно его конструктивное доказательство (например, его непосредственная демонстрация). Можно при этом ограничиться доказательством от противного, т. е. показать, что предположение о существовании предмета не ведет к противоречию. Тогда дескриптивные определения приобретают смысл и становятся средством введения в науку новых абстрактных предметов (таких, как, например, мнимые числа).**

Наиболее интересная и полезная для математики точка зрения по поводу дескриптивных определений развивалась Д. Гильбертом в связи с разработкой им исчислений с i -оператором. Согласно его точке зрения, эти определения можно вводить независимо от того, существуют предметы, соответствующие дескрипции, или нет, существует один предмет или много: дескрипции могут описывать и индивидуальные предметы, и предметы, являющиеся элементами некоторого класса («те предметы, которые обладают некоторым свойством Р»). Предметы в этом случае становятся неразличимыми с точки зрения свойства Р, они «склеиваются», образуя некоторый «абстрактный предмет». **Если предмет не существует, то его можно ввести путем дескрипции. Логический анализ такого рода предложений позволяет доказать несуществование введенных дескрипцией предметов.** Так, если введение несуществующих предметов в теорию приводит к противоречию, то мы можем сделать вывод, что таких предметов не существует. Так, введение в теологию такого ее основного объекта изучения, как бог (тот объект, который обладает свойствами всемогущности, всеведения и т. п.), порождает массу абсурдных противоречий внутри самой «теории», не говоря уже о противоречиях с фактами действительности и науки (например, из этой дескрипции можно вывести следствие о том, что бог может создать такой камень, который он поднять не может).

В целом теория, оперирующая такого рода дескрипциями, приобретает гипотетический характер, поскольку существование или несуществование предметов, введенных дескрипциями, может быть и не доказано. Но наличие таких дескрипций в теории не приводит ни к чему дурному, так как их введение всегда сопровождается оговоркой, «если такой предмет существует». Свой оператор Гильберт называет ε -оператором (эпсилон-оператор) в отличие от i -оператора, который им также анализируется.

Для оправдания правомерности вводимых путем дескрипции новых абстрактных, не данных в чувственном опыте объектов Д. Гильберт

формулирует следующую ϵ -теорему: *если при доказательстве какой-либо теоремы мы пользуемся предметом, введенным дескрипцией, ϵ -символом (при этом сама формулировка теоремы ϵ -символа не содержит), и если с этим доказательством мы можем сопоставить иное доказательство, в котором ϵ -символ не фигурирует, то это означает, что объект, введенный дескрипцией (ϵ -символом), правомерен и им можно пользоваться.* Именно потому мы можем пользоваться в доказательстве недоказанной посылкой (оперируя с ней как с доказанной), что она может быть затем элиминирована по теореме о дедукции.

В этих рассуждениях Д. Гильберт отстаивает мысль о том, что расширение аппарата логики и математики должно осуществляться только таким образом, чтобы он при определенных обстоятельствах мог бы быть сведен к старому, чтобы с помощью старого аппарата можно было бы получать новые результаты.

3.6. Контекстуальные определения понятий истин.

Эти определения бывают двух видов:

- 1) определения, в которых значения понятия задано некоторым контекстом или совокупностью контекстов, на основе анализа которых оно может быть сформулировано в явной форме;
- 2) определения, в которых выяснение значения понятия сводится к определению контекстов, в которых он встречается.

Дефиниции первого вида мы назовем **контекстуальными в собственном смысле**, дефиниции второго вида — **контекстуальными определениями для употребления**, или, следуя за Г. Рейхенбахом, просто определениями для употребления (*definitions in use*).

Рассмотрим первый вид определений. Часто в естественном языке нам встречаются незнакомые выражения в контексте иных знаковых выражений, значения которых уже известны. При этом мы не владем точными алгоритмами установления неизвестных значений знаковых выражений на основе анализа соответствующих контекстов. Однако результат такого анализа удастся сформулировать в виде явных определений значения неизвестных знаковых выражений: **они оказываются заданными определенной (и притом часто однозначно) совокупностью контекстов.** О значениях этих знаковых выражений мы и будем говорить, что они определены контекстуально в собственном смысле. Лингвист-лексиколог и прибегает часто к анализу такого рода контекстов, выясняет значения интересующих его знаковых выражений и соответствующие явные определения этих знаковых выражений вносит в толковые и фразеологические словари.

Задачи такого рода часто предлагаются учащимся на лингвистических олимпиадах.

Если отвлечься от возможной омонимичности анализируемых знаковых выражений, то все описательные контексты при соответствующей их конкретизации, в которых встречается определяемое понятие, становятся часто не просто семантически осмысленными, но и допускающими истинностные оценки, когда значение определено правильно. Однако работа лексиколога не является чисто аналитической, поскольку он никогда не может быть уверен, что в подлежащих анализу контекстах изучаемое понятие употреблено правильно, т. е. так, как оно может быть употреблено в некоторых контекстах-образцах. Явное формулирование значений понятий истин связано с процессом их идеализации и реконструкции. В отличие от контекстуальных определений в собственном смысле неявные аксиоматические определения (которые при соответствующих дефинициях понятия контекстуальности также могут быть рассмотрены как вид контекстуальных определений), как мы видели, не могут быть превращены в явные в рамках языка данной системы.

Иногда контекстуальные определения определяют не значения, а лишь некоторый вид семантического значения.

Заметим, что иногда в процессе исследования мы и не ставим себе задачи отыскания конкретного значения того или иного имени, но стремимся выяснить лишь **вид семантического значения**, т. е. **область применения имени**. В последнем случае вряд ли можно говорить о неоднозначности контекстуального определения, коль скоро перед нами стоит задача выяснения области применения незнакомого имени.

К числу контекстуальных определений рассматриваемого вида относятся неявные определения значений неизвестных в соответствующих уравнениях. В алгебре, в теории дифференциальных уравнений, в математической логике, в математической лингвистике и т. п. имеются случаи, когда для уравнений (и их систем) существует алгоритм, позволяющий распознавать, имеет ли система решение, а если да, то он дает возможность отыскивать это решение. Под решением здесь понимается система значений, которая обращает уравнения в тождества. Уравнения или система уравнений, имеющие решения, определяют значение неизвестного (или неизвестных). Хотя значение неизвестных и не дано в явной форме, тем не менее к уравнениям некоторого вида мы можем применить алгоритмы, позволяющие элиминировать контекст, в котором встречаются переменные.

Решая уравнение, мы превращаем неявное, контекстуальное определение в явное определение неизвестных.

Так, решая уравнение $x+4=6$, где значение неизвестного уже определено неявно, контекстуально, мы определяем его явно (элиминируя при этом контекст), а именно находим, что $x=2$ (значение выражения: « x » есть число два).

Рассмотрим теперь контекстуальные определения понятий истин для употребления. Очень часто, вместо того чтобы определять то или иное понятие независимо от контекста, мы определяем его в контексте иных понятий, в совокупности с которыми оно чаще всего встречается в научной или лингвистической практике; при этом определяется интересующее нас понятие не изолированно, а именно контекст, в который мы его при этом вводим. Такие контекстуальные определения и называются **определениями понятий истин для употребления**. Эти определения понятий истин являются явными.

Так, вместо того чтобы определять значение понятия «наука логики», мы можем (для известных целей) определять значение выражения «овладеть наукой логики», например, так: «Овладеть наукой логики — это значит знать и уметь использовать те правила рассуждения, которые описываются в соответствующих учебных пособиях». Вместо того чтобы определять значение слова «замуж», мы можем определять контекст «выйти замуж».

Г. Рейхенбах приводит такой пример. Определить значение понятия «метаболизм» достаточно сложно, и еще более сложно воспользоваться этим определением во многих практических ситуациях, например когда требуется выяснить, при каких обстоятельствах обмен веществ в организме является нормальным или отклоняется от нормы. В таком случае можно ограничиться определениями контекстов: «метаболизм является нормальным», «метаболизм отклоняется от нормы».

Ценность определений понятий истин для употребления в отличие от определений понятий истин через род и видовое отличие состоит в следующем. **В определениях понятий истин через род и видовое отличие всегда менее общее и более конкретное определяется через более общее и менее конкретное, т. е. через более абстрактное (ср. «человек есть животное...», «О есть число...»).** Когда систематизируются результаты нашего познания, такие подходы вполне правомерны. **Когда же осуществляется сам процесс познания, исследования или когда встречаются сложные случаи применения результатов нашего познания к конкретным фактам, целесообразно прибегать к определениям понятий истин для употребления.**

И это связано с тем, что при описании процесса познания верификация, проверка более абстрактного и более общего осуществляется через менее абстрактное и менее общее. Эти определения понятий истин, на наш взгляд, оказывают существенную помощь тогда, когда мы пытаемся разъяснить предельно общие понятия истин, используемые в самых различных системах и языках. Таковы, например, **категории. Естественным способом их определения являются аксиоматические дефиниции, т. е. через описание их соотношений (ср. определения сущности и явления, формы и содержания и т. п.)**. При определении же непарных категорий естественно прибегать к контекстуальным определениям для употребления.

Определения понятий истин для употребления могут быть истолкованы и как номинальные и как реальные. Определения понятий истин для употребления широко используются в логике и математике. Так, в логике и теории множеств, для того чтобы определить классы в понятиях функций, мы прибегаем к контекстуальным определениям для употребления. Вместо того чтобы определять класс F (или $xF(x)$) как известную совокупность объектов, для которых функция $F(x)$ принимает значение истины (где F — некоторое свойство объектов), мы можем это определение заменить более оперативным определением контекста « x принадлежит классу $xF(x)$ ».

Это предложение определяет одновременно и класс, и отношение принадлежности к классу. В этом предложении в отличие от определения класса как совокупности непосредственно видно, каким образом введение класса может быть элиминировано путем использования функций.

Определенным дескрипциям, которым соответствует один-единственный индивидуум, обычно в логике противопоставляются неопределенные дескрипции, которым соответствует более чем один индивидуум. В естественном языке неопределенные дескрипции выражаются словосочетаниями: «те x , которые (обладают таким-то свойством)», «какие-то из объектов класса или области (обладают таким-то свойством)», «один из тех объектов, которые...». Они записываются в символической форме обычно так: $r \setminus x f(x)$ («те из x , которые удовлетворяют функции $f(x)$ »). Неопределенную дескрипцию, так же как и определенную, можно определить посредством контекстуальной дефиниции для употребления, т. е. описать схему явных определений тех контекстов, в которые входит r -оператор:

$$g[r \setminus (x) f(x)] = R x f(x) A g(x).$$

В Dfn определения здесь не входит. Синтаксис неопределенных дескрипций более сложен, чем синтаксис определенных дескрипций.

Важно подчеркнуть, что при определении значения функции в символической логике неопределенные дескрипции не используются в качестве ее аргументов.

Область применения контекстуальных определений понятий истин в науке и в повседневной жизни чрезвычайно широка.

Г. Рейхенбах не случайно указывает на то, что существуют лишь два основных класса определений, различающихся по своей структуре и назначению: **определения через род и видовое отличие и определения для употребления.**

До сих пор мы рассматривали такие контекстуальные определения для употребления, в которых Dfd представлял собой некоторое предложение (контекст), где основные его понятия определялись совместно. Видимо, можно так обобщить понятие о контекстуальных определениях для употребления, чтобы в его множество включить и определения предметных функций, рассматриваемых в контексте переменных.

Допустим, нам требуется определить тригонометрическую функцию \sin . Определение этого абстрактного предмета сводят к определению контекста $\sin x$. При этом стремятся дать такое определение этой функции которое обеспечивало бы эффективный способ вычисления ее значений. Функция $\sin x$ для всех значений x может быть определена по-разному. Например, она может быть определена рядом, в который разлагается $\sin x$ (именно $\sin x$, а не \sin разлагается в ряд). Функцию синуса можно определить и посредством таблицы значений $\sin x$, но вместе с правилами ее составления. Можно сказать, что абстракция \sin есть некоторая функция, которая в качестве своего значения имеет значения функции $\sin x$ вместе с правилами их вычисления. Иными словами, в целях определения функции \sin мы сводим ее дефиницию к определению контекста $\sin x$. Это дает нам возможность обеспечить эффективность создаваемых определений, **позволяет элиминировать определяемый контекст, сводя его в каждом конкретном случае к соответствующим значениям (числам)**. Затем мы можем вновь определять не $\sin x$, а абстрактный предмет \sin . Здесь мы пользуемся оператором абстракции A , который из $\sin x$ строит выражения $Ax\sin x$, где уже переменная x связана. Этот абстрактный предмет $Ax\sin x$ может быть вновь элиминирован и сведен к функции $\sin x$ вместе со свободной переменной посредством операции приложения.

Аналогичным образом определения абстракций, образованных при помощи изолирующей абстракции, мы сводим обычно к определениям соответствующих пропозициональных функций. Так, вместо того чтобы определять причинность, равенство, мы определяем пропозициональные функции a причина b , $x = y$.

3.7. Классификационные и генетические определения понятий истин

Будем различать классификационные и генетические определения понятий истин. К первым отнесем определения понятий истин через род и видовое отличие. В определениях понятий истин через род и видовое отличие Dfd отличается от предметов (истин) некоторой области (она при этом явно указывается в определении — род) посредством описания специфических свойств истин Dfd, фиксируемых в Dfn (видовое отличие истин).

Примерами таких определений могут быть следующие: «Ромб есть плоский четырехугольник, у которого все стороны равны», «Человек есть животное, способное к труду, членораздельной речи и мышлению». В первом определении множество плоских четырехугольников представляет собой род, а свойство **«иметь равные стороны»** — видовое отличие. С помощью этого свойства из множества плоских четырехугольников выделяется то его подмножество, элементы которого являются ромбами.

Формирование определения понятия истины через род и видовое отличие предполагает существование определяемых объектов (истин) до определения, а также существование в некотором языке имен для Dfd. Предполагается также, что спецификация Dfd может быть осуществлена через свойства истин — «видовое отличие». Иными словами, имеется в виду, что эти определения понятий истин имеют аналитический характер в том смысле, как это было определено в 3.3.

Обычно они формулируются как реальные определения понятий истин. Определения понятий истин через род и видовое отличие, таким образом, служат **уточнению границ между предметами (истинами)** (соответственно между значениями терминов), которые уже как-то выделены в опыте человечества, между которыми уже установлены некоторые простейшие систематизирующие классификационные отношения. Эти определения в логику были введены еще Аристотелем. Однако в дальнейшем в логике наметилась тенденция к чрезмерному (а иногда и неоправданному) расширению этого класса определений: к ним стали причислять и различные виды собственно синтетических определений. Было расширено и понятие о видовом отличии. **Под видовым отличием стали понимать любой признак, специфицирующий Dfd, а не только лишь свойства определяемого объекта (истины).** Расширение этого класса определений осуществлялось и по другим линиям, что часто опиралось

на предположение о возможности осуществить исчерпывающий логический анализ определения, взятого вне контекста, в его изолированности, а не как элемент, компонент научной дисциплины в целом.

Допустим, в результате анализа действительности обнаруживается некоторый новый объект (истина), описанный через его характеристики. Мы можем поставить этому объекту (истине) в соответствие новое имя, не существовавшее в прежнем языке *S*. Введение этого нового имени истины осуществляется посредством номинального семантического определения понятия истины. (Ср. «То, что имеет такие-то характеристики, назовем как-то». Например, «То вещество, которое выделяется островками Лангерганса поджелудочной железы, будем называть инсулином».) Непосредственно такое определение понятия истины не является определением через род и видовое отличие. Однако в дальнейшем оно может быть переведено в реальное аналитическое определение понятие истины, истолковываемое как определение через род и видовое отличие. Например, определение «Инсулин является секретом, выделяемым островками Лангерганса поджелудочной железы» является уже определением понятия истины через род и видовое отличие: **в нем уже специфицируется объект (истина) — инсулин — через род и видовое отличие.**

Такого рода переводы и сведения мы производим довольно часто, что и создает иллюзию о том, что определения через род и видовое отличие представляют собой очень большой класс определений. Возможность такого сведения, видимо, и обусловила тот факт, что правила определения в учебных пособиях по логике формулировались почти всегда по отношению к определениям через род и видовое отличие, являющимся аналитическими и реальными (ср. в этой связи формулировку первого правила как правила соразмерности, равнообъемности Dfd и Dfn). Видимо, сам факт стремления произвести указанное сведение был обусловлен наличием той родо-видовой систематизации опыта, которая нашему уму представляется наиболее простой, а потому и наиболее естественной.

Из числа определений через род и видовое отличие раньше всего в истории логики были выделены в особый класс так называемые **генетические определения.** Если определениями через род и видовое отличие решался вопрос о выделении некоторого подмножества предметов из некоторого множества существующих предметов (рода) по некоторым их свойствам, то генетическими определениями понятий истин решается вопрос о спецификации

определяемых объектов(истин) посредством описания способов их образования, возникновения, построения.

Обычно в учебниках по формальной логике генетическим определениям ставятся в соответствие определения через род и видовое отличие.

Так, генетическому определению окружности: «Окружность есть замкнутая кривая, образованная вращением на плоскости отрезка прямой АВ вокруг неподвижной точки А; при этом точка В и опишет кривую, называемую окружностью» — ставится в соответствие, например, такое определение через род и видовое отличие: «Окружность есть замкнутая плоская кривая, все точки которой одинаково удалены от одной точки (центра окружности), лежащей в той же плоскости, что и кривая».

Однако в некоторых учебниках и по традиционной логике подчеркивалось, что многие генетические определения не только естественнее, но и более эффективны, чем определения через род и видовое отличие, коль скоро в них описывается процедура (рецепт) изготовления определяемого объекта (ср. «Щи — это суп из капусты», «Кислые щи — это суп из квашеной капусты», «Зеленые щи — это суп из щавеля» — определения через род и видовое отличие и рецепты в поваренных книгах, описывающие процедуры изготовления щей, кислых щей, зеленых щей, т. е. генетические определения). С аналогичным положением мы встречаемся в медицине, технике, технологии производства.

Генетические определения понятий истин имеют в науке самостоятельное значение, они не являются некоторыми равнозначными во всех отношениях модификациями определений через род и видовое отличие (последние иногда характеризовались в истории логики как определения через описание сущности предмета, коль скоро видовое отличие оказывалось существенным свойством). Так, в контексте развивающегося знания генетические определения выполняли иные функции, отличные от классификационных определений.

В науке часто пользуются генетическими (или индуктивными — в другой терминологии) определениями понятий истин тогда, когда еще не сформировалось соответствующее определение через род и видовое отличие. В химии, когда то или иное сложное вещество является в известном смысле нераскрытым «черным ящиком», его обычно определяют через описание способов и условий его получения из других веществ. Выработка **сущностного определения понятия истины в таких случаях не отменяет соответствующего генетического**, поскольку для решения многих задач оно может

оказаться более эффективным. Так, посредством генетического (индуктивного) определения понятия истины задается любое индивидуальное натуральное число.

Такие определения понятий истин не являются временными модификациями определений через род и видовое отличие, они используются в теориях, построенных генетически; способ их построения обязывает пользоваться именно определениями понятий истин данного типа, а не какими-либо другими. Широко используются генетические определения понятий истин и в опытных науках: например, с их помощью может быть обосновано введение в науку идеализированных объектов (истин).

3.8. Определения понятий истин через абстракцию.

Важную роль в науке играют так называемые определения понятий истин через абстракцию.

Они представляют собой определения, связанные с выделением в виде «абстрактных предметов» некоторых множеств или соответствующих им свойств через установление между изучаемыми предметами (истинами) отношений типа равенства и введением для них некоторых имен. Они представляют собой этап в образовании соответствующих понятий истин.

Отношение типа равенства определяется аксиоматически. Определение этого отношения формулируется обычно в следующем виде: **отношением типа равенства R называется бинарное отношение между объектами x и y области D , если оно удовлетворяет следующим условиям (аксиомам):**

(1) отношение R рефлексивно в области D ;

(2) отношение R симметрично в области D ;

(3) отношение R транзитивно в области D .

Этому определению отношения R удовлетворяют различные конкретные отношения, определенные на соответствующих областях предметов (истин). Таково само отношение равенства ($=$), так как оно **рефлексивно** (каждый объект x изучаемой области равен самому себе: $x=x$); **симметрично** (в отношении каждой пары объектов x и y изучаемой области верно, что если $x=y$, то и $y=x$); **транзитивно**, так как если $x=y$, а $y=z$, то $x=z$.

Этому же определению удовлетворяют и такие отношения, как: взаимно-однозначное соответствие (множеств), равновесие (тел), обмениваемость (товаров на рынке), одновременность (событий),

подобие (фигур), параллельность (прямых на плоскости) и т. п. Поэтому **перечисленные отношения войдут в класс отношений типа равенства**. Такие же отношения, как «больше», «меньше», не являются отношениями типа равенства, так как они не удовлетворяют аксиомам (1) и (2); например, неверно, что $x > x$ (неверно, что каждый объект области больше самого себя), неверно, что если $x > y$, то $y > x$.

Пусть у нас имеется неспецифицированная область D , среди предметов (истин) которой имеются предметы (истины) $O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$. Тогда мы можем доказать следующую теорему:

Если для каждого предмета (истины) $O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$ области D среди них существует такой, к которому все они находятся в отношении типа равенства R , все предметы (истины) $O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$ окажутся приравненными друг к другу отношением R .

Это будет означать, что у них (истин) имеется некоторое общее свойство P , в котором они являются неразличимыми, вследствие чего они и войдут в один и тот же класс M_i .

Рассмотрим конкретные примеры. Пусть область D состоит из самых различных товаров и только некоторые из них (например, $O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$) вступают друг с другом в отношение R — отношение непосредственной обмениваемости друг на друга (на рынке). Эти некоторые товары, таким образом, в процессе обмена приравниваются друг другу.

Они оказываются в чем-то равными друг другу, и это равное делает их неразличимыми, объединяя в один класс M_i . Это общее, что существует в обмениваемых непосредственно друг на друга товарах, можно назвать стоимостью именно этих товаров (а не стоимостью вообще). С помощью R обнаруживается общее свойство данного множества M_i равностоящих товаров.

В этой же области могут встретиться самые различные товары $O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$, которые также непосредственно обмениваются друг на друга, но ни один из них не обменивается на любой предмет O_i . С помощью R мы у них обнаружим некоторое общее свойство P (именно «иметь такую-то стоимость»), которое позволит включить все товары O_i в множество M_2 , не имеющее общих элементов с множеством M_1 и т. д.

Пусть область D содержит множество различных совокупностей предметов (истин) и между элементами некоторых из них устанавливается отношение R — отношение взаимно-однозначного соответствия (например, мы устанавливаем взаимно-однозначное соответствие между пальцами правой руки, лепестками цветка лютика, числом вершин пятиугольника, числом букв в слове «буква» и т. п.; они при этом оказываются равночисленными). Данные совокупности

при этом приравняются в чем-то друг другу, становятся неразличимыми. **То общее, что существует в совокупностях, между которыми установлено взаимно-однозначное соответствие, представляет собой мощностъ, кардинальное число этих совокупностей предметов (истин) и может быть названо, например, именем «пять».** В этом случае мы опять-таки выделили не свойство «иметь мощностъ», «число» вообще, а свойство, характеризующее указанные совокупности.

Аналогично через отношение тел, находящихся друг к другу в отношении равновесия, мы еще не можем выделить свойства веса вообще, но лишь свойство веса для тел, каждое из которых уравнивает некоторое другое.

Допустим теперь, что между элементами некоторого множества установлено отношение «быть тождественным в некотором непосредственно зрительно наблюдаемом свойстве Р истины» (отношение типа равенства R). Это отношение R в отличие от рассмотренных выше включает описание некоторого непосредственно наблюдаемого свойства Р истины. Множество объектов, тождественных в свойстве Р, составляет при этом следующим образом: берем, например, молоко и отбираем те объекты, которые тождественны с ним в некотором свойстве (окраске): снег, лебеди, цветы вишни, известь и т. п. Поскольку общим у всех такого рода объектов будет свойство, относящееся к их окраске, и мы убеждаемся непосредственно в их равноокрашенности, то мы можем выделить то общее, что у них существует, а именно свойство какого-то определенного цвета, и дать ему имя, например, «белый». Свойство цвета вообще в таком случае еще не выделено нами.

Итак, с помощью описанной процедуры при допущении некоторых условий (а именно когда любой объект некоторого множества области оказывается приравненным некоторому другому через отношение R) нельзя еще выделить свойств числа вообще, стоимости вообще, веса вообще, цвета вообще и образовать соответствующие понятия. Мы можем выделить лишь такие свойства, как: «быть в таком-то числе (иметь такую-то мощностъ)», «иметь определенную стоимость», «иметь определенный вес», «иметь определенный цвет».

Для образования абстракций более высокого уровня необходимо продолжить анализ.

3.9. Непредикативные и предикативные определения понятий истин.

В ряде наук, например: логике, математике, истинологии, информатике и др. различают так называемые непредикативные и предикативные определения понятий истин.

Непредикативными определениями понятий истин в специальном смысле этого слова называются такие, которыми вводятся некоторые новые объекты (истины) через множества, в которые эти новые вводимые определением объекты (истины) включаются одновременно в качестве их элементов.

Такие определения понятий истин непосредственно должны рассматриваться как определения с порочным кругом, так как D_{fd} в них определяется через D_{fn} , в состав которого определением вводится D_{fd} . В целях избежания порочного круга такие определения особым образом интерпретируются, по отношению к ним формулируются дополнительные допущения.

Обычно проблема предикативности или непредикативности возникает по отношению к реальным определениям понятий истин.

В качестве непредикативного определения понятия истины часто рассматривают определение верхней границы множества действительных чисел: «Верхней границей множества действительных чисел называется самое большое число этого множества, т. е. число, которое больше любого числа этого множества».

В этом определении D_{fd} «верхняя граница множества действительных чисел» определяется через множество чисел, куда D_{fd} включается в качестве своего элемента: **то, что вводится определением, определяется через множество, куда вводимый определением объект (истина) предполагается включенным.** Если при этом имеется в виду, что данного объекта («верхней границы») до определения не имелось в качестве элемента в множестве действительных чисел (множество действительных чисел не предполагается существующим в «готовом» виде до нашего определения), то мы будем иметь дело с определением, содержащим порочный круг.

Если же предполагается, что множество действительных чисел уже как-то существует, как-то «задано» независимо от нашего определения, то порочного круга не получается. В таком случае мы будем не вводить определением новый предмет (истину), а выделять уже существующий предмет из состава некоторого множества предметов, определенного заранее. **Это выделение осуществляется через**

указание специфических характеристик определяемого предмета (истины). Такого рода определения в классической математике принимаются как полноправные определения. Порочный круг в них устраняется за счет того, что: (1) Множество, через которое определяется Dfd, считается как-то уже заданным, заранее определенным, заранее существующим. (2) Определением вводится не новый предмет, а из состава некоторого множества, некоторого целого выделяется уже существующий объект.

(2) является следствием (1).

Множество действительных чисел в классической математике экземплифицируется множеством точек на прямой и в этом смысле считается существующим для определения. В конструктивной же математике такие определения исключаются.

Другим видом непредикативных определений являются определения «с кругом» (но без «порочного круга»), по отношению к которым заранее известно, что Dfd и то множество, в которое он входит в качестве элемента и через которое он определяется, уже определены, «введены» в науку, как-то «заданы» до определения. В этих случаях заранее уже известно, что определением понятия истины не вводится нового объекта (истины), а лишь отличается, выделяется существующий предмет (элемент) некоторого существующего множества.

Таковыми свойствами обладает довольно широкий класс определений понятий истин. В определениях понятий истин через род и видовое отличие (см. 3.7) Dfd включается в состав некоторого множества в качестве его элемента и затем выделяется из состава множества по некоторому специфическому для него свойству. Так, определяя Марс как планету Солнечной системы, четвертой по порядку от Солнца, мы Dfd, т. е. планету Марс, включаем как составную часть в Dfn — в число планет Солнечной системы, а затем отличаем ее по специфическому свойству среди других планет.

В дескриптивных явных определениях понятий истин (с *i*-оператором, т. е. с оператором «тот... который») мы также включаем Dfd в состав Dfn и затем через некоторые характеристики отличаем его от иных элементов множества (см. 3.5). Таковы, например, определения: «Данный человек есть тот, который является самым высоким среди работников нашего учреждения», «Число «2» есть то число, которое больше нуля и которое, будучи сложено с самим собой, дает свой квадрат». В этих определениях Dfd («данный человек», «число 2») включаются в множества, в которые они входят в качестве элементов («работники нашего учреждения», «числа»), и затем отличаются от остальных элементов по их отношению к ним, по операциям, которые

над ними производятся: данный человек оказывается самым высоким среди работников нашего учреждения, число «2» — тем числом, которое, будучи сложено с самим собой, дает свой квадрат (и при этом не равно нулю).

Эти определения понятий истин отвечают всем требованиям, предъявляемым к научным определениям, именно за счет предположения о том, что все элементы множества или предметной области, в которую включается определяемый предмет (истина), уже определены нами, существуют как-то до определения.

Именно в первую очередь по отношению к непредикативным определениям в специальном смысле Б. Рассел формулировал аксиому **сводимости**, согласно которой для определяемых предметов таким способом должны существовать иные способы задания множеств, куда определяемый объект включен в качестве своего элемента независимо от непредикативного определения; в таком случае непредикативное определение не заключает в себе порочного круга. Вследствие этого такого рода непредикативными определениями можно пользоваться.

В рамках классической (канторовской) математики мы можем принять определение верхней границы множества действительных чисел, поскольку это множество (в том числе и Dfd определения) можно, например, экзemplифицировать (и тем самым в каком-то смысле задать), например, множеством актуально существующих точек на отрезке прямой $(0,1)$.

Мы неограниченно пользуемся определениями понятий истин через род и видовое отличие по отношению к предметам (истинам) и множествам предметов (истин) материальной действительности именно потому, что Dfd и Dfn существуют в материальной действительности до всякого определения. Более того, мы неявно предполагаем, что Dfd и Dfn исчерпывающим образом могут быть определены остенсивно или заданы списком. Задание множества через их свойства не формирует, не создает элементов этого множества и само собрание этих предметов (истин), а отличает то, что уже существует независимо от определения. Правда, при этом мы совершаем важный **акт абстракции**, превращая реально существующие предметы (истины) в элементы множества, неразличимые с точки зрения некоторого свойства P , а собрания предметов (истин) — в «абстрактные предметы» (в множества, в классы), все элементы которых при этом «склеиваются». Итак, следует различать определения с порочным кругом (определения, для которых придумывается интерпретация с целью избежать

«порочный круг») и определения просто с кругом, не являющимся порочным. Существуют и определения, не содержащие никакого круга. Эти определения называются предикативными.

Типичным предикативным определением будет любое индуктивное определение, любое остенсивное определение, те номинальные определения, которые рассматриваются как сокращения для описания специфических свойств некоторого класса объектов (истин).

3.10. Экстенсиональные и интенциональные определения понятий истин.

Иногда определения понятий истин (в первую очередь номинальные) подразделяют на экстенсиональные и интенциональные в зависимости от того, определяется значение понятия истины через описание его экстенсионала или интенсионала.

В естественном языке, когда класс конечен и сравнительно легко регистрируем, мы можем понятие, обозначающее любой из элементов этого класса, определить не только через описание соответствующих свойств (интенциональное определение понятия истины), но и через перечисление элементов, обозначаемых этим понятием (экстенсиональное определение понятия истины). Так, допустим, нам требуется определить значение понятия истины «материки». Мы можем определить его интенционально: «Материками называют крупные участки суши, окруженные со всех сторон или почти со всех сторон водами Мирового океана». Экстенсиональное же определение понятия истины будет выглядеть так: «Понятия «материки» употребляется для обозначения только Европы и Азии (один материк), Африки, Северной Америки, Южной Америки, Австралии и Антарктиды».

Если класс очень многочислен (не говоря уже о практически бесконечных классах), то экстенсиональное определение соответствующего понятия истины не может быть осуществлено: мы можем лишь ограничиться приведением примеров для пояснения соответствующего понятия истины.

Мы часто определяем различные математические функции, а также и логические функции табличным способом. В таком случае Dfd не просто представляет собой таблицу значений для Dfd , но таблицу вместе с правилами ее образования, с правилами вычисления ее значений (ср. табличные определения тригонометрических функций). Иногда множества объектов в математике определяются через правила

порождения их элементов из некоторых исходных. В таких случаях вряд ли уже можно говорить о чисто экстенциональных определениях, вряд ли можно сами правила и порождающие процедуры относить к экстенциональным характеристикам соответствующего понятия. Равным образом их, видимо, нельзя отнести и к интенциональным характеристикам понятия (и соответствующего объекта). Дело в том, что операции (такие, как «+», «следующий за» и т. п.) не являются характеристиками тех объектов (истин) (и соответствующих им понятий), к которым они применяются в том или ином случае и в этом смысле существенно отличаются от таких характеристик объектов (истин), как свойства и отношения (и соответственно от интенциональных характеристик понятий и значений понятий истин).

3.11. Остенсивные и вербальные определения понятий истин

Часто различают остенсивные и вербальные определения понятий истин. **Вербальные определения понятий истин формулируются на основе знаковой деятельности в самом широком смысле и содержащейся в знаках информации.** Для формулирования остенсивных определений понятий истин одной знаковой деятельности уже недостаточно: приходится выходить за ее пределы и обращаться к непосредственной опытной деятельности (в том числе и практической). Определения значений слов естественного языка в толковых словарях, а также определения, создаваемые в науках и научных теориях, для их понимания требуют знания лишь языка, в котором зафиксирован опыт человечества. **О п р е д е л е н и я**, формулируемые на уровне эмпирического познания являются вербальными. Собственно процесс формулирования определения понятия истины в таком случае обычно сводится к тому, что исследователь для результатов описаний специфических характеристик объектов (истин) подыскивает соответствующее имя; иногда же для определения значений слов приходится прибегать к непосредственному оперированию с предметами (истинами), и эти операции входят в описание механизма определения (**остенсивные определения понятий истин**).

Под остенсивными определениями понятий истин понимаются определения значений слов и словосочетаний путем непосредственного ознакомления обучаемого с предметами (истинами), действиями и ситуациями, обозначаемыми этими словами и словосочетаниями. Остенсивные определения понятий истин, таким образом, представляют собой определения

незнакомых для обучаемого слов и словосочетаний, при объяснении которых обучающий не прибегает к значениям иных слов и словосочетаний.

Обучающий владеет значениями слов и словосочетаний, которые требуется разъяснить обучаемому, и в этом смысле его язык более богат, чем язык обучаемого. Это разъяснение обучающий производит не на основе рассуждения, а на основе демонстрации предметов, ситуаций, на основе оперирования с предметами, осуществления действий и одновременного наименования, называния неизвестными для обучаемого словами этих предметов, действий, ситуаций.

Использование оstenсивных определений понятий истин является необходимым компонентом процесса обучения ребенка родному языку. Взрослый показывает ребенку предметы (истины) и называет их. При этом предметы (истины) показываются и называются взрослыми в различных ситуациях. Поскольку знаки и знаковые выражения являются более «жесткими», более стабильными, чем обозначаемые ими предметы (истины), процесс оstenсивного определения понятия истины играет огромную роль в выработке у ребенка навыков к отождествлению предмета (истин), называемого одним и тем же именем, с самим собой, к отождествлению различных предметов (поскольку различные предметы именуются одинаково), к различению разных предметов и их классов (поскольку различные в каких-то свойствах предметы могут получать различные наименования). **Процесс оstenсивного определения понятий истин развивает у ребенка навык к абстракций отождествления.** Наиболее продуктивными для овладения значениями слов и словосочетаний оказываются те ситуации, которые связаны с активной деятельностью ребенка, с удовлетворением его потребностей.

Ребенок овладевает на основе оstenсивных определений понятий истин значениями не только отдельных слов, но и целых словосочетаний («пей молоко», «это — кошка» и т. п.). В этих определениях Dfd — знаковое выражение, а Dfn — демонстрируемый материальный предмет, не зафиксированный в языковой форме, независимый от понятия Dfd . Поэтому схема явного семантического определения « Dfd » $\sim Dfn$ не может быть применена для описания структуры оstenсивного определения понятия истины. Оstenсивные определения понятий истин представляют собой способ установления соответствий между знаками и объектами (истинами), в результате чего **знак приобретает для обучаемого значение. Поэтому не случайно многие авторы рассматривают ostenсивные определения не как определения, а как протоопределения.**

Установление путем остенсивного определения того, к чему относится знаковое выражение, не всегда является столь тривиальным, как это может показаться на первый взгляд. Например, мы показываем ребенку молоко в бутылке, в стакане, в блюде и т. п. и называем его словом «молоко» (эти названия предмета представляют собой скорее соответствующие предложения в **эллиптической (сокращенной) форме**). Естественно, что на основании этого показа бутылки и услышанного названия «молоко» ребенок не может решить, к чему относится это название: к бутылке, к бутылке с молоком или к тому, что можно из нее вылить. Выявление того инварианта, к которому относится данное слово, связано с анализом многих различных случаев употребления слова «молоко» с анализом ребенком своей собственной деятельности, сопровождающей эти употребления слова.

Только на этой основе может быть выделен тот инвариант в демонстрируемом предмете, который затем ассоциируется со словом «молоко» как его значение.

Возникает вопрос о пределах того, что может быть усвоено путем остенсивного определения понятия истины и где необходимо уже обращаться к словесным разъяснениям через другие слова. Множество слов, относящихся к различным частям речи, усваивается человеком путем остенсивных определений. Разумеется, научное познание действительности не может быть осуществлено путем лишь остенсивных определений понятий истин, и не только потому, что наука опирается на огромный и сложный опыт предшествующих поколений, который приходится передавать посредством языка, но и потому, что наука с начала своего возникновения пользуется такими абстракциями, и деализациями, схематизациями, которые не даны непосредственно в чувственном опыте (не могут быть непосредственно «показаны»). Если значение слова «кошка» или «собака» может быть выяснено путем остенсивного определения, то уже усвоение значений таких слов, как «животное», вряд ли может быть объяснено остенсивным путем (когда нам, например, придется называть одним и тем же именем человека и какой-нибудь вид коралловых полипов).

У А. Чёрча встречается понятие **имплицитные остенсивные определения**. Необходимость их выделения А. Чёрч усматривает в том, что в языке имеются слова, значение которых выясняется остенсивным путем, но которые, однако, употреблены в некотором контексте. Так, например, «здесь» и «теперь», «то» и «это», «до» и «после», «далеко» и «близко» нельзя указать непосредственно. Но их значение выясняется через контекст (например, «здесь грязно, а там чисто», «здесь молоко, а там хлеб» и т. п.).

Среди определяемых посредством имплицитных остенсивных дефиниций слов встречается много таких, которые иногда называют **демонстративными**. Отличительной особенностью демонстративных слов является то, что их значение в определенной мере изменяется в каждом новом случае их употребления (т. е. в зависимости от того, кто, где и когда их произносит). Таково, например, слово «теперь». Так, предложение «Теперь стало тепло» может быть истинным или ложным в зависимости от того, в какое время и в каком месте оно произнесено. Это происходит оттого, что значение слова «теперь» изменяется в связи с его соотнесенностью с известными условиями места и времени. **Не случайно в языках строгих наук эти слова заменяются временными и пространственными характеристиками в определенной системе координат (например, одно положение движущегося тела характеризуется одной четверкой чисел, другое — другой и т. п.).**

При этом наблюдатель, регистрирующий характеристики «здесь» и «теперь» движущегося тела, приобретает свойство «интерсубъективности», поскольку и место и время наблюдения нами точно фиксируются, а сам наблюдатель в каждой ситуации может быть заменен любым другим наблюдателем или даже соответствующим прибором, и это не влияет на результаты сообщаемых им показаний в каждом отдельном случае.

Путем остенсивных определений понятий истин не только не представляется возможным определить значения многих слов и словосочетаний, но и определения значений понятий истин, достигаемые этим путем, как правило, не отвечают требованию однозначности (полноты). Ребенок может, например, остенсивно овладеть значениями таких слов, как «рыба», «птица», о чем может свидетельствовать тот факт, что употребление им этих слов по отношению к отдельным рыбам, птицам будет совпадать с общепринятым употреблением. Однако такое совпадение происходит обычно в сфере того опыта, в условиях которого осуществлялось овладение значениями этих слов (или в условиях того нового опыта, который по внешним признакам в высшей степени сходен с предшествующим). Если, например, овладение значением слова «рыба» осуществлялось на примере рыб, которые водятся в реках, то, очевидно, увидев кита или дельфина, ребенок назовет их также рыбами (имея в виду их внешнее сходство с теми животными, которых он ранее называл рыбами). Эти определения являются неполными (см. 3.14).

Однако если для остенсивных определений понятий истин специально ввести ограничение той области предметов (истин), по отношению к

которой в первую очередь и важно научить ребенка правильно употреблять слова («область домашнего обихода»), и соответственно различать и отождествлять предметы (истины), то эти определения будут полными в некотором условном смысле, т. е. по отношению к тем целям, которые и реализуются посредством этих определений. В таком случае неполнота остенсивных определений понятий истин будет существенно отличаться от неполноты некоторых иных видов неполных определений, например от определений понятий истин, которые ставят себе целью указать род, к которому относится некоторый его вид, неизвестный обучаемому (ср. «Кит — это такое большое морское животное, похожее на рыбу»). **Эти определения понятий истин уже не остенсивны, а вербальны** (см. 3.14).

Расширение сферы деятельности, овладение ребенком информацией, накопленной человечеством, убеждают его в том, что полное для его уровня знаний и деятельности определение на самом деле является неполным. В процессе своего умственного развития, в процессе воспитания и обучения ребенок меняет определения, обнаружившие свою неполноту. **Этот процесс является многоступенчатым: в некотором смысле он повторяет развитие понятий истин и их определений в филогенетическом плане.**

Если человек овладел известной совокупностью значений слов и словосочетаний остенсивным путем, то затем на основе этого «остенсивного» словарного запаса мы можем вводить в словарь обучаемой множество значений других слов посредством **вербальных определений понятий истин.**

В явных вербальных определениях Dfd. будет представлять собой неизвестный обучаемому термин, а Dfn. — словосочетание, значение которого усвоено остенсивно или в свою очередь определено вербально.

С какого-то времени в процессе воспитания и обучения ребенка удельный вес вербальных определений понятий истин постоянно возрастает и играет уже главенствующую роль в овладении учащимся накопленным человеческим опытом. В данной связи может быть здесь уместна такая аналогия. Известно, что язык научной теории включает некоторый минимальный словарь, значение понятий которого предполагается известным (они не определяются формально в рамках данной теории, а поясняются через примеры, через описание логических и методологических процедур их формирования и т. п.). Значения других понятий теории вводятся путем определений. Они становятся для нас известными, определенными, поскольку в конечном итоге могут быть сведены, редуцированы к значениям понятий минимального словаря. **Процесс введения понятий истин в научную**

теорию можно уподобить процессу овладения человеком накопленными знаниями.

Аналогично и память ребенка пополняется определенной совокупностью выражений естественного языка не путем формальных, чисто вербальных определений, а на базе опытной деятельности. На основе значений понятий «минимального словаря» затем посредством формальных определений понятий истин вводятся новые значения, понятия, объекты.

На основе приведенной аналогии можно предложить **следующую гипотезу**. Подобно тому как одна и та же научная теория может быть более продуктивной и плодотворной в зависимости от выбора «минимального словаря», овладение опытом ребенком, его дальнейшее развитие, направление и темпы совершенствования не только интеллектуальной, но и психической жизни в целом существенным образом зависят от того, какой словарь слов и словосочетаний (и по объему и по содержанию) будет заложен в его память на основе оstenсивных определений, каков будет минимальный словарь значений, усвоенных оstenсивно, который позволит успешно осуществить переход к более продуктивному вербальному овладению опытом. **Эта гипотеза плюс анализ опыта построения научных теорий, видимо, могут послужить основой для разработки полезных педагогических и психологических экспериментов.**

Некоторые аналоги оstenсивных определений понятий истин используются и в науке. В физике в процессе экспериментальной деятельности ученые наблюдают различные эффекты, описывают способы их получения и наделяют их именем. Этот способ введения имени отличается от оstenсивного тем, что вербально вводится не только новое имя, но и дается некоторое вербальное разъяснение по поводу способов получения интересующего ученых эффекта. Поскольку вербальное разъяснение, рассмотренное само по себе, не однозначно описывает Dfd и даже, взятое изолированно, не претендует на это, данное описание не может быть рассмотрено как вербальное определение. **Цель однозначного описания реализуется здесь в совокупности вербального описания и оstenсивной демонстрации. Такие определения иногда называют полуоstenсивными.** Так, пытаясь объяснить, что представляет собой эффект Зеемана, говорят: «Посмотри на ту желтую линию спектрометра, а теперь наблюдай, что произойдет, когда я включу электромагнит; это — эффект Зеемана». Близки к оstenсивным определениям и так называемые экзemplярные определения понятий истин (определения через пример).

Интересный анализ соотношения остенсивных и вербальных определений в связи с привлечением идей семиотики дает К. Попа.

3.12. Лингвистические и концептуальные определения понятий истин.

Иногда в естественном языке среди номинальных различают так называемые лингвистические и концептуальные определения понятий истин.

Под **лингвистическими определениями понятий истин** понимают номинальные определения значений слов и словосочетаний незнакомого нам иностранного языка через соответствующие словари, посредством информации, получаемой от обучающего (например, Der Tisch — стол; La table — стол). **Остальные номинальные определения понятий истин**, имеющие своей целью установление значения терминов внутри данного языка, называют **концептуальными**. Однако так называемые лингвистические определения понятий истин, с нашей точки зрения, нельзя рассматривать как определения вообще. Дело в том, что **значения слов** в различных естественных языках уже **определены: или контекстуально на уровне речи, или явно на уровне языка (например, в толковых словарях)**. Перевод незнакомого слова для учащегося можно было бы истолковать как синтетическое номинальное определение, где Dfd — незнакомое понятие иностранного языка, а Dfn — понятие родного языка, значение которого известно. Однако понятие определения вообще предполагает, что анализ значения понятия осуществляется именно в рамках данного языка.

Такое ограничение, по нашему мнению, целесообразно потому, что осуществление перевода и установление его адекватности оригиналу предполагает использование ряда таких процедур и правил, которые не имеют отношения к определениям.

Среди концептуальных определений понятий истин иногда особо выделяют так называемые **хортативные определения** (hortative definitions). Хортативные определения понятий истин представляют собой временно вводимые в целях обеспечения корректности некоторого рассуждения уточнения значений неполных выражений языка. Например, рассуждая об акселерации, об ускорении развития, увеличении роста современных людей, мы можем ввести определением понятие «высокий человек»: «Под высоким человеком мы будем понимать человека, имеющего рост более 180 см».

3.13. Повседневные и теоретические определения понятий истин.

Все определения понятий истин можно подразделить на повседневные и теоретические в зависимости от того, имеем мы целью уточнить значение понятия естественного языка, ввести новое понятие истины в естественный язык или пытаемся произвести ту же самую операцию на уровне науки, научных теорий. В последнем случае теоретические определения понятий истин являются существенными компонентами научных теорий. **В сфере естественного языка к определениям понятий истин предъявляются требования одного уровня строгости, к определениям понятий истин в сфере науки— требования других уровней.**

Определения значений слов, которые встречаются в толковых словарях, могут быть примерами повседневных определений. Определения в словарях (толковых и фразеологических), как известно, вводятся по отношению к выражениям, упорядоченным в алфавитном порядке.

Поэтому если в пределах одного определения значения слова мы как-то справляемся с порочным кругом в определении, а именно добиваемся того, чтобы понятие Dfd (когда оно является простым понятием) не встречался в составе понятия Dfn, то в пределах толкового или фразеологического словаря в целом не представляется возможным справиться с проблемой круга в определении.

Мы постепенно вводим в алфавитном порядке все новые понятия для Dfd, определяем их через некоторые выражения для Dfn, затем при определении понятий, встречающихся в Dfn, мы вновь используем уже определенные через них понятия Dfd. При этом мы стремимся (разумеется, на уровне того опыта, который аккумулирован в естественном языке) сформулировать однозначные определения для слов и словосочетаний, имеющих различные значения. Существенную помощь в достижении однозначности определений оказывают приведения различных контекстов, в которых используется понятие Dfd.

Строгие формальные требования, относящиеся к технике определений, при формулировании повседневных определений отступают перед требованием достижения интуитивной ясности смысла, значения понятия Dfd.

Теоретические определения понятий истин, создаваемые в сфере научного познания, могут быть разбиты на классы в зависимости

от уровня научного познания. Мы укажем лишь на два таких класса определений понятий истин.

Первый класс характеризует уровень эмпирического познания (имеются в виду опытные науки). На этом уровне познания в рамках той или иной научной дисциплины создается научная понятиология. Из научных понятий исключаются омонимы.

Поскольку уточняется понятие области исследования, а описания объектов (истин) осуществляются на основе данных, полученных в ходе эксперимента и наблюдения, возникают условия для достижения взаимозаменяемости понятий Dfd и Dfn определения в более строгом смысле, чем в случае повседневного определения.

Однако избежать порочных кругов в контексте той или иной научной дисциплины в целом еще очень трудно, поскольку на этом уровне познания обычно не выделяется «минимальный» словарь науки, т. е. запас ее неопределяемых первичных понятий. На теоретическом уровне (второй класс теоретических определений понятий истин) дефиниции рассматриваются как органический компонент теоретической системы.

На уровне математических теорий и теорий математического естествознания процесс определения понятий истин и изучаемых объектов (истин) существенным образом упорядочивается. Здесь отбирается класс некоторых исходных понятий истин, значение которых обычно поясняется (дабы избежать порочных кругов) независимо от значений понятий, которые встретятся при последовательном развитии теории. Такое пояснение значений исходных понятий истин осуществляется через примеры, понятия другой науки, через описание способов образования этих понятий и т. п. Эти пояснения обычно рассматриваются как лежащие за пределами замкнутой теории. Введение новых объектов и понятий истин и соответствующих им терминов на основе определений понятий истин в пределах замкнутой теории в конечном итоге опирается на некоторый запас значений первичных понятий истин. С такой упорядоченной системой определений понятий истин мы встречаемся не только в теориях математического естествознания, но и, например, в ряде биологических и общественных теорий, которые в целом характеризуются как качественные описания изучаемой области действительности.

3.14. Полные и неполные определения понятий ИСТИН.

Существенную роль для методологии наук имеет различие среди явных определений понятий истин полных и неполных.

Полными называются явные определения понятий истин, которые удовлетворяют требованию равнообъемности (соответственно взаимозаменяемости) Dfd и Dfn в стандартных контекстах. Под неполными определениями понятий истин понимаются определения, не удовлетворяющие указанному выше требованию.

Неполными определениями понятий истин мы иногда пользуемся а) из-за неподготовленности адресата к пониманию соответствующих полных определений понятий истин; б) неполнота определений понятий истин может быть и свойством самих определений, а также детерминироваться контекстами, в которых последние встречаются.

Примером неполных определений понятий истин, возникающих в силу неподготовленности адресата к пониманию соответствующих полных, являются определения понятий истин, адресованные к ребенку или лицу, не имеющему надлежащей подготовки в той или иной области. Например, отец на вопрос своего ребенка «А что такое страус?» может ответить: «Страус — это такая большая птица, которая не может летать». Учитывая опыт адресата, может быть, иное, более полное и научное определение было бы в данной ситуации нецелесообразным.

По своим функциям названное предложение — определение понятия истины, но, вообще говоря, неправильное определение. К этому же виду определений понятий истин принадлежат и рассмотренные нами выше остенсивные определения (см. 3.11).

Примером неполного определения понятия истины второго вида может быть рекурсивное определение, для которого не существует алгоритма, который бы позволял находить значение функции для любых значений ее аргументов (общерекурсивная функция не является всюду определенной), а также определения посредством систем аксиом.

Примером неполного определения понятия истины этого же вида могут быть так называемые **экземплярные определения (exemplarische Bestimmungen) неопределяемых понятий** в содержательных теориях, построенных, например, аксиоматически. Эти определения предшествуют построению теории, опираются на нашу интуицию, опыт, знания других наук. **Но без них, видимо, невозможно обойтись при развитии научного знания.** Трудно себе представить, чтобы развитие геометрии могло начаться с тех понятий о

точке, прямой и плоскости, признаки и соотношения признаков которых учтены лишь в соответствующих аксиомах.

На уровне философско-методологического, прагматического подхода анализ неполных определений представляет значительный интерес. Они часто относятся в традиционной логике к числу приемов, заменяющих определения.

Мы рассмотрели далеко не все виды определений понятий истин, встречающихся в естественном языке и в различных научных теориях, сконцентрировав при этом свое внимание на тех их видах, которые чаще всего встречаются в самых различных науках, при обсуждении и решении самых различных вопросов. Описание видов определений понятий истин, содержащихся в настоящем разделе, является основой для рассмотрения вопроса о том, что представляет собой операция определения понятия истины вообще, о правилах определения понятий истин.

3.15. Различные подходы к значению понятия «определение понятия истины».

Понятие «определение понятия истины» не имеет однозначного значения. Различные авторы дают различные ответы на вопрос о том, какие процедуры могут быть названы определениями. Говоря об определении, обычно имеют в виду и некоторую логическую процедуру, и результат этой процедуры, фиксируемый в соответствующем знаковом выражении.

Независимо от того, как решается теми или иными авторами вопрос о том, что определяется в определении, не существует однозначного ответа и по вопросу о том, какие процедуры и соответствующие им предложения следует относить к числу определений понятий истин. Эти разногласия существуют и среди логиков, и среди специалистов в тех или иных областях знаний.

В рамках истолкования определений как реальных возникали вопросы о том, следует ли любое описание определяемого предмета (истины) через его отличительные, специфические свойства рассматривать как его определение понятия истины или к числу определений понятий истин следует относить лишь такие однозначные описания определяемого предмета (истины), которые осуществляются через указание его существенных отличительных свойств.

В плане концептуальных подходов к определению понятия истины тот же самый вопрос ставился так: правомерно ли при определении понятия истины уже сложившегося понятия истины ограничиваться

перечислением его несущественных признаков, хотя и однозначно выделяющих соответствующий этому понятию предмет (истина)? Не будем ли мы в таком случае иметь дело всего лишь с установлением значения соответствующего определяемому понятию слова, а не с определением понятия истины? Можно ли вообще все экстенционально эквивалентные, но однозначные описания одного и того же Dfd считать его определениями понятий истин? Может быть, целесообразно в класс определений понятий истин включать лишь научные определения? На эти вопросы в истории определений даются различные ответы.

Некоторые ученые вопрос ставили и в такой форме: обязательным ли является для определения понятия истины требование однозначности описания определяемого? Можно ли в качестве определений понятий истин рассматривать так называемые аксиоматические определения, определения через абстракцию, неполные явные описания предметов? Обсуждая эти и им подобные вопросы, Г. Леонард рассматривает процедуру определения весьма широко.

Так, в число определений у него попадают разъяснения знаковых выражений такого вида: «Тет-де-пон — это особое военное предместное укрепление», если это выражение является, например, ответом преподавателя на вопрос учащегося о том, что такое тет-де-пон (в этом ответе указывается на сорт объектов, к которому относится тет-де-пон, но не дается его однозначное определение). Такие описания Г. Леонард называет неполными определениями¹ (см. 3.14).

Логика постоянно обсуждают и вопрос о том, следует ли класс определений ограничить теми процедурами, которые не выходят за пределы умственной и знаковой деятельности, или рассматривать в качестве определений и те процедуры, которые кроме использования умственной и знаковой деятельности в каждом конкретном случае предполагают выход за пределы этих видов деятельности и обращение к предметной деятельности? Те авторы, которые придерживаются первой точки зрения, лишают статуса определений, например, так называемые остенсивные определения, часто их называют протоопределениями (так поступает, например, М. Бохенский).

Другие же авторы включают остенсивные определения в класс определений (так поступает, например, Леонард, подразделяя все определения на остенсивные и вербальные — см. 3.11)

Допустим теперь, что мы ограничили класс определений лишь явными вербальными определениями, которые при этом встречаются лишь в науках. Даже при таком сильном допущении мы не обнаружили бы единодушия у различных представителей наук в вопросе о том, все или лишь некоторые из указанного нами ограниченного круга

предложений являются определениями в собственном смысле этого слова. Так, определения, которые без особых оговорок рассматриваются в большинстве опытных наук как полноправные дефиниции, отвечающие всем требованиям научной строгости, в логико-математических дисциплинах часто трактуются как поясняющие предложения, как описания. Таковы, например, определения алгоритма, формулируемого на основе обычного естественного языка, а также определения соответствия, множества, функции, переменной, буквы алфавита и других исходных математических понятий. Они описываются с помощью слов, значение которых предполагается ясным из повседневного опыта, и поясняются с помощью примеров.

Вместе с тем при построении строгих математических исчислений некоторые исходные элементарные объекты принимаются вообще без определений. Иные же сложные объекты теории (например, то или иное число или значения зависимой переменной для некоторой функции) уже определяются, и процедура их определения часто сводится к указанию алгоритма, позволяющего построить такое число, найти значения этой функции. В этом случае математический объект определяется посредством применения совокупности правил к иным объектам, которые принимаются без определений. **Определение в математике считается удовлетворяющим математическим критериям строгости, если оно кроме общих логических требований отвечает также ряду дополнительных условий, детерминирующих направление и границы математического рассуждения, которое имеет целью получение новых результатов, обеспечение строгости и эффективности доказательств.**

Сформулируем в самой общей форме те дополнительные условия, присоединение которых (по крайней мере одного из них) к общим логическим требованиям возводит определение в ранг собственно математического, отвечающего математическим критериям строгости.

(а) Определение, введенное в состав математической теории или исчисления, должно допускать применение строгих формальных правил к введенным определениями объектам и используется не только в целях расширения языка теории, но и в процессе решения задач, доказательства теорем теории, в целях формулирования новых правил. При этом все характеристики, указанные в определениях, должны использоваться в деятельности математика. Примером, когда определения содержательной математической теории не отвечают этому требованию, могут быть некоторые из определений, предпосланных первой книге «Начал» Евклида, таких, как: «Точка есть то, что не имеет частей», «Линия есть

длина без ширины», «Прямая есть линия, которая одинаково расположена относительно лежащих на ней точек» и т. п., а также предложения, в которых определяются поверхность и плоскость. Дело в том, что на протяжении всех 13 книг Евклид этими определениями не пользуется для развития геометрии, для доказательства теорем о свойствах иных геометрических объектов. В. Ф. Каган справедливо отмечает, что **понятия «точка», «прямая», «поверхность», «плоскость» у Евклида следует рассматривать как основные понятия, введенные без определений. Это означает, что данные определения не могут быть оценены как математические определения.** Однако на другом уровне (например, догеометрического рассуждения) они могут быть рассмотрены как правомерные определения. (Заметим, что приведенное определение прямой и на этом уровне дефектно в том отношении, что свойством, фиксируемым в приведенном определении, обладает не только прямая, но и окружность и винтовая линия.)

(b) Явные определения, вводимые по отношению к объектам, относительно которых предполагаются, что они уже как-то построены, существуют до создания теории, должны позволять выводить все иные их свойства (т. е. доказывать все теоремы о свойствах этих объектов) на основе правил, исходных предложений теории и ранее доказанных теорем. Таковы, например, определения окружности, квадрата, треугольника в геометрии Евклида. Однако в математические теории на каких-то этапах их развития могут проникать определения, не отвечающие дополнительному требованию (b). Так, из определения непрерывной кривой как такой, которую можно начертить, не отрывая карандаша от бумаги (определение Декарта), вряд ли можно было вывести существование таких непрерывных кривых, которые ни в одной из своих точек не имеют касательных (теорема Вейерштрасса — Больцано). Для этого уже требуется более точное определение.

В формализованных теориях логики, в формальных системах формулировка правил определения стремятся придать еще более конструктивный характер; в различных формализованных системах логики по отношению к определениям формулируются новые требования, налагается ряд ограничений на правила оперирования с объектами, вытекающие из определений.

Все сказанное выше означает, что выработка общей дефиниции, того, что следует понимать под определением, сталкивается со значительными трудностями. **Выбор того или иного вида определения, отвечающего тому или иному критерию строгости, обусловлен в первую очередь целями познавательной**

деятельности и иными условиями (например, уровнем познания, характером построения научной теории и т. п.).

3.16. О дефиниции определения понятия истины в широком и узком смысле.

Мы убедились в том, что в научной и языковой практике определениями именуется логические процедуры, существенным образом отличающиеся друг от друга.

Вряд ли, однако, в данном случае вопрос о дефиниции понятия определения можно свести к перечислению и описанию тех процедур, которые в обычном языке и научной практике именуется определениями.

Ситуация в данном случае такова. С одной стороны, имеется сложившаяся практика языкового употребления термина «определение». Возникает естественное желание выработать такую дефиницию определения, которая бы охватывала все случаи языкового употребления слова «определение», т. е. выработать соответствующее аналитическое номинальное определение этого понятия истины. Это означает, что класс объектов (истин), которые требуется определить, существует до определения. **Задача состоит в том, чтобы обнаружить у элементов этого класса общие и существенные характеристики и включить их в соответствующее реальное определение понятия истины.**

Однако может случиться и так (а это часто и случалось в истории науки), что одним и тем же термином наименовываються столь разнородные объекты (истины), что затем приходится исключать из класса, соответствующего Dfd, некоторые из его подклассов, что связано с расщеплением вводимого дефиницией понятия истины. Однако все без исключения определения понятий истин преследуют одну общую цель и решают (во всяком случае стремятся решить) одну познавательную задачу. Считая, что все определения понятий истин переведены нами в ранг номинальных (как мы видели, это возможно, см. 3.2), мы можем дефиницию определения понятия истины в самом широком методологическом смысле (имея в виду единую цель, задачу, решаемую любым определением) сформулировать следующим образом.

Определение понятия истины есть мысленный прием, с помощью которого стремятся отыскать, уточнить, разъяснить значение знакового выражения в том или ином языке S или расширить язык S за счет введения нового знакового выражения.

Итак, если наличествует указанная цель, то мы будем иметь дело с определением понятия истины в широком смысле. В свете приведенной дефиниции в число определений понятий истин попадут остенсивные определения, поскольку их средствами мы расширяем, обогащаем язык обучаемого. Среди очерченных посредством приведенной дефиниции предложений, рассматриваемых как определения, могут встретиться и так называемые неполные определения понятий истин, т. е. такие, по отношению к которым не выполняется требование взаимозаменяемости Dfd и Dfn в силу тех или иных обстоятельств.

Мы уже указывали на то, что неполнота определения понятия истины может быть обусловлена рядом причин (см. 3.14). Так, первичные понятия истины содержательной теории не могут быть явно определены в рамках самой теории (иначе неизбежен regressus in infinitum). В таком случае мы ограничиваемся приведением примеров («экземплярные определения»), описаниями значений этих понятий истин на основе естественного языка, на основе терминов и понятий, заимствованных из других наук. Кроме того, все определения понятий истин, вырабатываемые в науке на основе обобщения и анализа эмпирического опыта, могут считаться полными лишь в известных исторических условиях, поскольку наши знания об объектах (истинах) постоянно изменяются, развиваются, и может случиться так, что определение понятия истины, считавшееся полным (имеется в виду экстенциональное равенство Dfd и Dfn), окажется со временем неполным, чересчур широким (когда $Dfd < Dfn$) или чересчур узким (когда $Dfd > Dfn$). То же самое *mutatis mutandis* можно сказать и об определениях в математике (ср. изменение в процессе исторического развития определений переменной, непрерывной кривой, числа и т. п.). Неполнота определения понятия истины, как уже указывалось, может быть и функцией особой структуры определения, обусловленной в свою очередь структурой соответствующей теории (ср. неявные аксиоматические определения). Неполнота может быть детерминирована и некоторыми дидактическими соображениями, например уровнем подготовленности адресата.

Дефиницию определения понятия истины в собственном (логико-семантическом) смысле (имея в виду, что реальные определения понятий истин переведены нами в несемантические номинальные определения понятий истин) можно сформулировать так: **это мысленный прием, с помощью которого стремятся не просто осуществить задачу по отысканию, уточнению, разъяснению значения знакового выражения или по расширению некоторого языка S за счет введения нового знакового выражения, но и**

выполнить требование взаимозаменяемости Dfd и Dfn по отношению к соответствующим предложениям языка S , если выполнению этих требований не препятствуют структура самих определений понятий истин и уровень общественного познания.

Таким образом, определения понятий истин в собственном логикосемантическом смысле представляют собой правильную часть определений в широком, методологическом смысле.

В их число не войдут, например, неполные и остенсивные определения.

Приведенная дефиниция предполагает внесение некоторых уточнений и разъяснений.

(1) Предполагается, что мы умеем разумно отвлечься от исторической неполноты наших знаний, которые используются при выработке соответствующей дефиниции, и сформулировать дефиницию, отвечающую требованиям полноты на данном этапе развития познания. На базе создаваемых на основе таких отвлечений дефиниций мы строим научные теории. Развитие наших знаний часто заставляет нас перестраивать, совершенствовать созданные теории, в том числе и совершенствовать введенные ранее определения понятий истин.

(2) Приведенная дефиниция определения понятия истины в собственном смысле охватывает все случаи явных полных определений понятий истин, аксиоматические неявные определения понятий истин (поскольку их неполнота детерминирована структурой самих определений, входящих в аксиоматическую теорию), а также все случаи неявных определений понятий истин, которые могут быть сведены к полным явным определениям понятий истин и таким явным, неполнота которых детерминирована указанными выше условиями.

(3) Само понятие о пояснении, уточнении значения уже существующего в языке S знакового выражения предполагает сведение, редукцию менее известного (поясняемого) к более известному. Последнее возможно лишь тогда, когда новое понятие истины вводится через понятия, значения которых уже известны, определены, когда уточнение, обновление значения осуществляются через уже известное понятие истины и в конечном счете через принятое в рамках известной теории за первичное, исходное.

Когда речь идет об определениях в естественном языке, невозможно достаточно строго и без ограничения общности решить вопросы о том, какие понятия и выражения более понятны и какие менее понятны. Одним людям одно может казаться более понятным, другим — другое. Само понятие определения понятия истины получает более точный смысл, а лежащая в основе определений основная познавательная задача — более ясную формулировку, когда процесс определения

понятия истины анализируется по отношению к тем или иным научным теориям, научным концепциям, научным рассуждениям, имеющим более или менее законченный характер. В этих случаях представляется возможным выделить то, на что мы опираемся как на известное, а следовательно, выделить запас понятий истин, значения которых предполагаются уже установленными, известными. На их основании путем определений понятий истин мы можем вводить новые понятия истин в случае синтетических определений понятий истин и уточнять ранее введенные в язык S понятия истин в случае аналитических определений понятий истин.

При этих же условиях удастся избежать порочного круга. Определения же, содержащиеся в толковых словарях, являются круговыми в силу отмеченных выше причин (см. 3.13). Однако эти определения нельзя рассматривать как определения с порочным кругом, поскольку сам тип упорядоченности слов того или иного языка в толковом словаре неизбежно приводит к круговым определениям; здесь мы и не ставим себе целью создать такую последовательность введения понятий в язык, с которой мы встречаемся в рамках замкнутой и достаточно строго построенной научной теории.

3.17. Правила формирования определений понятий истин.

К содержательным научным дефинициям предъявляется ряд требований, которые носят название правил формирования определений понятий истин. Эти требования бывают трех видов: **литературные, фактические и логические.**

К числу литературных обычно относят требования такого вида: определение должно быть возможно более ясным, должно избегать фигуральных и метафорических выражений. Это требование состоит в том, чтобы смысл понятий, используемых в определении, был достаточно ясным для адресата. Только в этом случае может быть раскрыто значение поясняемого или вводимого дефиницией понятия. На научном и вообще интеллектуальном уровне рассуждения следует стремиться избегать фигуральных и метафорических выражений, которые являются специфичными для иных уровней использования языка (например, для языка художественной литературы). Дело в том, что на уровне художественного, поэтического языка значение некоторого выражения как целого существенно отличается от значения этого выражения на уровне науки или даже повседневного языка. **То, что на уровне поэтического, художественного языка является**

вполне допустимым, становится абсурдным при переводе его на язык науки. Спецификация описываемого объекта (истины) на уровне языка художественной литературы к тому же осуществляется не на основе его объективных существенных свойств, а на основе некоторого образа, создаваемого художественными языковыми средствами.

Так, если бы определение «Архитектура — это не что иное, как окаменевшая музыка» мы пытались интерпретировать на уровне науки, то, естественно, мы должны были бы всякое архитектурное сооружение рассматривать как возникшее из музыки в результате каких-то процедур или превращений. Поэтому мы должны были бы рекомендовать для создания архитектурных сооружений отбирать те или иные музыкальные произведения, исполнять их и воплощать затем в архитектуру, что, очевидно, является абсурдным.

Необходимость ясности и недвусмысленности понятий определения подчеркивалась еще Аристотелем. Он писал: «Но если при рассуждениях не следует прибегать к метафорам, то ясно, что нельзя ни давать определения метафорами, ни давать определения того, что выражено метафорами. Иначе было бы необходимо при рассуждениях пользоваться метафорами».

К фактическим требованиям, предъявляемым к определениям понятий истин, относятся:

1. В реальных определениях понятий истин (в том числе и в тех реальных определениях, которые могут быть получены в результате перевода номинальных определений в реальные) выделение, спецификация Dfd должны осуществляться по существенным признакам. Соответственно в номинальных определениях понятий истин, связанных с уточнением уже существующего в языке понятия или с введением нового понятия истины в язык, интенциональные характеристики значения, явно фиксируемые в понятии Dfn, должны быть существенными. Применение этого правила связано с трудностями, поскольку **не существует достаточно «жесткого» критерия, позволяющего в общем виде решать, какие характеристики являются более существенными и какие — менее существенными.** Однако на основе учета целей содержательных теорий, концепций, рассуждений, характера решаемых при этом задач, на основе учета уровня достигнутых знаний, использования прошлого опыта **имеется возможность различать менее существенное и более существенное.** Это требование поэтому играет роль **некоторого принципа, направляющего поисковую, познавательную деятельность.** Надо, однако, иметь в виду, что в математике теряет смысл различение существенного и несущественного: если нам

удалось путем определения отличить, выделить некоторый объект теории, то независимо от характера свойств, специфицирующих некоторый объект, добавление этого определения к аксиомам, ранее доказанным теоремам и уже введенным определениям дает возможность доказывать одни и те же теоремы. В этом смысле такие определения дедуктивно равны. Видимо, это связано с тем, что в математике (в отличие от опытных наук), которая оперирует с абстрактными объектами, при формировании абстрактных объектов выделяют только лишь существенное и отвлекаются от всего несущественного.

2. Уточнение, пояснение уже введенного понятия в некоторый язык должны осуществляться через понятия, значения которых уже известны, более ясны и понятны, чем значение уточняемого понятия.

Когда введение понятия истины осуществляется в рамках строгой теории (например, аксиоматической, где вводимые одно за другим явные определения являются синтетическими), это правило становится излишним, поскольку новые понятия истин вводятся здесь через некоторый запас первичных, смысл которых известным образом раскрывается в аксиомах, или через понятия истин, ранее определенные. На уровне же естественного языка в нестрогих рассуждениях это требование необходимо соблюдать, хотя оно и не является конструктивным. Определения же, содержащиеся в учебных пособиях и руководствах, где излагаются в сжатом, сокращенном виде основы той или иной науки, непременно должны отвечать этому требованию. Его необходимо учитывать и при определении основных исходных понятий тех или иных наук. К числу таковых, например, относятся: «число», «функция», «прямая», «фигура», «множество» — в математике; «длина», «масса», «время» — в физике (это те первичные понятия, которые в рамках строго построенной замкнутой теории принимаются без определений, но которые нестрого определяются за пределами теорий). Так, определение натурального числа (количественного) по Фреге — Расселу (см. 3.8), страдает тем недостатком, что в нем интуитивно более ясные вещи определяются через теоретико-множественные понятия, которые вряд ли можно считать более ясными и понятными, чем само понятие о натуральном числе.

Логические требования мы сформулируем по отношению к явным определениям понятий истин.

1. **Правило взаимозаменяемости (или элиминируемости):** в определениях понятий истин, имеющих структуру $D_{fd} = D_{fnt}$ определяемое и определяющее могут быть заменены друг на друга в

любых стандартных контекстах. Иногда это правило называют и правилом переводимости.

Это основное правило требует пояснений и уточнений.

а) По отношению к реальным определениям понятий истин, где понятия Dfd и Dfn употреблены равным образом в функции использования ($Dfd = Dfn$), это правило формулируется обычно как правило соразмерности (равнообъемности, равноинтерпретируемости понятий Dfd и Dfn).

Поэтому в языке, где действует принцип экстенциональности, понятия Dfd и Dfn становятся заменимыми друг на друга (см. 3.1).

б) К номинальным семантическим определениям понятий истин, в которых понятие Dfd употреблено в функции упоминания, а понятие Dfn — в функции использования (« Dfd »— Dfn), применение правила взаимозаменяемости предполагает предварительное преобразование этих определений в одном из двух направлений (см. 3.2): необходимо, чтобы понятия Dfd и Dfn равным образом или использовались (тогда мы получим реальное определение: $Dfd = Dfn$), или равным образом упоминались (тогда мы получим номинальное определение вида « Dfd »~« Dfn »). В первом случае понятия Dfd и Dfn станут взаимозаменяемыми, коль скоро они являются равнообъемными; во втором случае они станут взаимозаменяемыми, коль скоро они будут иметь одно и то же значение. Когда правило взаимозаменяемости формулируется как правило соразмерности (это имеет место в большинстве книг по традиционной логике), то, вообще говоря, оно имеет более узкую область применения, чем сформулированное выше правило взаимозаменяемости: его имеет смысл применять лишь к аналитическим реальным определениям понятий истин. К синтетическим определениям понятий истин, представляющим собой семантические определения, правило соразмерности непосредственно неприменимо. После перевода их в ранг реальных определений понятий истин это правило применять к ним также не имеет смысла, так как выполнимость этого правила обеспечивается самим построением синтетического определения.

с) Когда в содержательных теориях, рассуждениях, концепциях введение понятия Dfd рассматривается как сокращение для более громоздкого описания, соответствующего Dfn , то понятия Dfd и Dfn становятся взаимозаменяемыми в силу соображений, изложенных в пункте (б): понятия Dfd и Dfn становятся или соразмерными, поскольку употребляются для обозначения одного и того же, или имеющими одно и то же значение.

д) Правило взаимозаменяемости (или элиминируемости понятия Dfd посредством его замены на понятие Dfn , или переводимости друг в

друга этих понятий) формулируется обычно по отношению ко всем контекстам. Здесь имеются в виду самые различные контексты, встречающиеся в пределах тех или иных фиксированных теорий, рассуждений, концепций, и предполагается, что мы умеем дифференцировать различные значения для одних и тех же знаковых выражений в различных науках. Известно, что в различных науках иногда одни и те же знаковые выражения наделяются различным значением (ср. «масса» — в физике и «масса» — в общественных науках, «реакция» — в химии, «реакция» — в физиологии, «реакция» — в общественных науках). Однако и при применении данного правила по отношению к текстам, относящимся к одной и той же области знания, необходимо также ввести некоторые ограничения.

В контекстах, сформулированных на уровне метаязыка, нельзя знаковые выражения для Dfd заменять знаковыми выражениями для Dfn, и наоборот.

Аналогично должны быть исключены и так называемые неэкстенциональные контексты. Поясним это на примере. Допустим, что имеется определение: «Квадрат есть прямоугольник с равными сторонами», а также контекст: «Он не понимает, что квадрат может рассматриваться как прямоугольник с равными сторонами». В этом контексте нельзя заменить Dfn на Dfd и наоборот. Если первый контекст является истинным, то получившиеся в результате замены контексты могут оказаться ложными (ср. «Он не понимает, что квадрат может рассматриваться как квадрат», «Он не понимает, что прямоугольник с равными сторонами может рассматриваться как прямоугольник с равными сторонами»). Поэтому, желая сохранить общность основного правила, мы и вводим в его формулировку понятие **стандартного контекста**, под которым понимаются **различные осмысленные контексты определенных фиксированных теорий, рассуждений, концепций, исключая неэкстенциональные и метаязыковые контексты указанного выше типа**. Значение истинности контекстов при этом сохранится, так как мы в данном случае имеем дело со стандартным контекстом.

2. Правило запрета порочного круга.

Этот вопрос мы рассмотрим отдельно по отношению к научным теориям, научным рассуждениям и концепциям (т. е. научным контекстам) и по отношению к отдельным дефинициям, встречающимся не только в науке, но и в обычном языке. По отношению к научным контекстам это **правило следует сформулировать следующим образом**: **Если взамен некоторого сложного описания (т. е. понятия Dfn) вводится новое понятие истины (т. е. понятие Dfd), то каждое понятие истины, входящее в**

состав сложного описания, не может быть введенно ранее или разъясняться позднее посредством вводимого понятия. Так, в рассуждении будет допущен порочный круг, если мы логику определим как науку о правилах, в соответствии с которыми строится всякое разумное рассуждение. А затем окажется, что разумное рассуждение было уже определено или будет затем вновь определяться как рассуждение, строящееся в соответствии с правилами, изучаемыми логикой. Или если, например, **истина определяется как верное отражение действительности**, а затем **верное отражение действительности мы определяем в свою очередь не независимо от понятия об истине, а прибегая к нему (например, так: верное отражение — это такое отражение действительности, которое является истинным)**, то в рассуждении будет допущен порочный круг. Иными словами, понятие Dfd и иные выражения, определенные посредством этого понятия, не должны встречаться в Dfn. Иначе возникает ошибка, аналогичная порочному кругу в доказательстве, когда теоремы, на основе которых доказывается данная теорема, включают и данную теорему (например, в иной формулировке) или были доказаны в свою очередь на основе этой теоремы.

Это правило применяется равным образом как к абсолютным явным определениям (например, в приведенных выше примерах), так и к неабсолютным (см. 3.4).

Так, если в теорию вводится понятие «затухающие колебания», то неабсолютное реальное определение примет вид: «Затухающие колебания — это такие колебания, которые...» Понятия, используемые в Dfn, не могут быть до введения этого определения определены посредством понятия Dfd, т. е. посредством термина «затухающие колебания».

При выяснении вопроса о том, нет ли в определениях теории порочного круга, следует иметь в виду, что при строгом построении научной теории новые понятия истин (и соответственно объекты (истины)) вводятся на основе первичных, не определяемых явно в рамках теории. На основе вновь введенных понятий истин и первичных вводятся опять новые понятия истин и т. д. Иными словами, введение новых понятий истин в теорию должно осуществляться на основе лишь ранее введенных.

Так, в классической механике часто рассматривают в качестве первичных такие физические величины, как масса, длина и время, а в качестве базисных выбирают следующие единицы: грамм, см, сек. Через эти величины можно определить скорость (см/сек), ускорение (см/сек²) и т. д. **Эти величины определяются контекстуально, т. е. через соответствующие формулы.** Мы видим, что все вновь

вводимые путем определений объекты могут быть выражены через исходные.

Далее, если мы определяем мощность как работу, совершаемую в сек, то не только понятие «работа» в данной системе не может быть в свою очередь определено через мощность, но через мощность не могут быть определены и все ранее введенные в теорию понятия.

По отношению к отдельным определениям правило запрета порочного круга формулируется как частный случай приведенного выше правила, а именно определение понятия истины не должно быть тавтологичным, т. е. понятие Dfd не должно встречаться в составе Dfn. С нарушением этого правила мы будем иметь дело, например, в следующем определении: «Демократ есть человек демократических убеждений». К числу таких же тавтологических определений относятся определения, претендующие быть научными, в которых, однако, понятие Dfd встречается в составе Dfn в форме его синонима; например, «Истинное суждение есть достоверное суждение».

Когда дефиниции формулируются на основе естественного языка, может создаваться впечатление, что определение содержит порочный круг, хотя его в действительности нет. Допустим, имеется определение: «Решить задачу — это значит (=) свести ее решение к решению иных задач, которые мы умеем решать или принимаем за решенные». Можно подумать, что Dfd определяется здесь через Dfd: выражение «решение задачи» содержится и в Dfd и в Dfn. Однако в действительности здесь значение понятия «решение (некоторой) задачи» выясняется через значение выражения «сведения решения какой-то задачи к некоторым иным задачам».

Определения, заключающие в себе круг, который не является порочным, рассматриваются как полноценные определения. О них мы говорили в 3.9.

3. Правило частичного тождества структур понятий Dfd и Dfn.

Это правило требует:

а) Если Dfd имеет форму предложения, сформулированного в некотором языке, то и Dfn должен иметь форму предложения. Например, «Решить задачу — это значит (=) свести ее решение к решению задач, которые мы умеем решать или принимаем за решенные», «Формула логики высказываний называется тождественноистинной, если, и только если она для всех наборов входящих в нее переменных принимает значение истины», «Информация является (называется) избыточной, если, и только если...»;

б) если Dfd представляет собой понятие истины (абсолютное или неабсолютное), то и Dfn должен быть понятием истины, а не быть

функцией или предложением. Таково большинство явных определений понятий истин;

в) если Dfd является некоторой пропозициональной функцией, то и Dfn должно представлять собой пропозициональную функцию с теми же свободными переменными.

г) если Dfd является функцией-указателем, то и Dfn должен быть функцией-указателем.

4. Правило однозначности.

Это правило формулируется по отношению к определениям понятий истин с учетом научных контекстов, в которых встречается дефиниция. По отношению к отдельным определениям понятий истин, сформулированным на научном языке, это правило не следует формулировать, так как его требования уже содержатся в формулировке правила взаимозаменяемости. По отношению к дефинициям, рассматриваемым в контексте научной теории, это правило можно сформулировать так: **в пределах теории каждому Dfd должен соответствовать одно-единственное понятие Dfd , играющее роль научного понятия теории, но не наоборот. Так что каждому понятию Dfd , играющему роль научного понятия теории, может соответствовать ряд понятий Dfn .**

Так, в геометрии Евклида научное понятие «квадрат» может служить в определениях дефиниендумом для целого ряда дефиниенсов. Например, мы можем в зависимости от потребностей определить квадрат по-разному: «Квадрат есть параллелограмм, у которого все стороны равны между собой и все углы прямые», «Квадрат есть равносторонний прямоугольник», «Квадрат есть равноугольный ромб» и т. п. Но каждому из содержащихся в приведенных определениях дефиниенсов соответствует лишь один-единственный научное понятие истины— «квадрат».

Это правило регулирует создание понятиологии, языка научной теории понятий. Его применение при построении научной теории понятий обеспечивает устранение из языка теории понятий явления омонимии.

Тот факт, что каждому Dfd может соответствовать множество Dfn , означает, что синонимичность выражений в теориях проявляется не только в том, что нам приходится встречаться с выражениями типа $Dfd \sim Dfn$, но и в том, что для одного Dfd можно построить множество выражений вида: $Dfd \sim Dfn1$, $Dfd \sim Dfn2$, $Dfd \sim Dfn3$ и т. д. Между Dfn и Dfd , таким образом, здесь имеют место отношение однозначности, а не однооднозначности. Однако $Dfn1$, $Dfn2$, $Dfn3$ и т. д. могут быть отождествлены между собой по их объему, экстенсionalу. В пределах науки, таким образом, одно и то же знаковое выражение как элемент

понятологии не должно вводиться для обозначения различных объектов (истин) (имеются в виду первичные понятия истин и понятия, вводимые взамен сложных описаний, которые в конечном итоге могут быть сведены к комбинациям одних и тех же первичных понятий истин). Однако одному и тому же понятию истины в контексте определения могут соответствовать различные в интенциональном отношении Dfn. Используя терминологию Г. Фреге, можно сказать, что одно и тот же научное понятие должно иметь всегда одно значение, но может иметь различный смысл.

Эти различия Dfn для одного и того же Dfd могут быть элиминированы (устранены, заменены) в рамках строгой теории, и тем самым доказано не только их экстенциональное равенство, но в определенном смысле и их интенциональное равенство. Различные в интенциональном отношении Dfn1 Dfn2, Dfn3 и т. д. могут быть представлены в виде одной и той же комбинации первичных символов. Необходимым условием доказательства интенционального равенства Dfd и Dfn является перечисление всех первичных, неопределяемых понятий истин с самого начала. Однако даже самые строгие теории иногда строятся таким образом, что запас неопределяемых понятий постоянно расширяется по мере развития теории, и это расширение не всегда фиксируется.

Мы ограничимся приведением примера установления интенционального равенства Dfd и Dfn. Допустим, в рамках описания системы единиц классической механики в качестве первичных неопределяемых понятий нами выбраны следующие величины: длина (см), масса (грамм), время (сек). Здесь величины рассматриваются в связи с единицами измерения.

Мы можем определить работу как величину, пропорциональную силе, приложенной к телу, и пути, проходимому этим телом. Можно, однако, работу рассматривать и как величину, пропорциональную массе тела, приданному ему ускорению и пути, проходимому этим телом. Но, выразив эти определения в исходных понятиях (величинах), мы убедимся, что наши определения интенционально равны: Dfn будет в таком случае представлен в виде одного и того же выражения: $г см^2/сек^2$.

5. Определение не должно быть противоречивым.

По отношению к явным определениям вида $Dfd = Dfn$ это правило означает:

Во-первых, не должно быть противоречивым каждое отдельное определение понятия истины, рассматриваемое изолированно от того контекста, в котором оно встречается;

во-вторых, если в результате добавления непротиворечивого определения понятия истины к некоторой законченной, построенной дедуктивно теории мы получаем противоречие, то возможны два случая. Может оказаться, что вводимое определение является дефектным и от него следует отказаться и заменить его другим. Может быть и такая ситуация, когда вводимое определение, детерминированное опытом или иными разумными соображениями, потребует изменения самой теории (в том числе и изменения уже введенных в теорию определений). Такие случаи часто встречаются в теориях математического естествознания (например, в физике). С такими ситуациями можно встретиться не только в строго построенных теориях, но и на уровнях эмпирического познания, в различных документах, фиксирующих некоторый опыт людей (например, в области права в различных кодексах, постоянно дополняемых иными постановлениями и решениями).

Аксиоматические неявные определения понятий истин, рассматриваемые совместно с правилами системы, также должны быть непротиворечивы. Способы установления непротиворечивости аксиоматических систем разработаны математикой и математической логикой.

Примером противоречивого определения, встречающегося в теории множеств, может быть определение нормального множества, т. е. множества тех множеств, которые не содержат себя в качестве своего элемента. Так, множество коров не является коровой и поэтому не может быть отнесено к множеству коров (т. е. множество коров является нормальным). Множество же понятий является в свою очередь понятием и потому должно быть включено в множество понятий (т. е. **множество понятий не является нормальным**).

Пусть переменная f имеет в качестве своих значений множества и соответствующие им предикаты.

Пусть F будет предикатом — «быть нормальным множеством».

Тогда определение нормального множества в символической форме можно записать так: $F \sim (f)$ - где \sim знак эквивалентности.

Это определение удовлетворяет лишь нормальным множествам: его правая и левая части приобретают значение истины, когда f — нормальное множество или соответствующий ему предикат. Так, если вместо f подставить «коровы», то $A f (f)$ — истина (неверно, что множество коров является коровой — истина). Поэтому и правая часть является истинной: такое множество попадает в класс нормальных. Его правая и левая части становятся ложными, если вместо f подставить, например, множество понятий.

В целях устранения возможностей появления такого рода парадоксальных противоречий различными авторами предлагаются некоторые ограничения, налагаемые на соответствующий логический аппарат (Б. Расселом, например, в этих целях была разработана теория типов, которая представляет собой некоторое исчисление, в котором такого рода парадоксальные противоречия исключаются).

4. Семиотическая теория определений понятий истин

В литературе различные типы определений перечислены и описаны в основном эмпирически, один рядом с другим, они не охвачены единой теорией определений понятий истин. В этом разделе будет показано, что многие виды определений, которые рассматривались до сих пор отдельно, могут быть объяснены в рамках **единой теоретической конструкции при условии, что определение трактуется в двух аспектах: семиотическом и прагматическом**. Необходимость выделения прагматического аспекта в теории определений понятий истин станет очевидной в связи с пояснением механизма остенсивных и операциональных определений, которые составят предмет последующих разделов. В данном разделе **с позиций общей теории знаков будут охарактеризованы семантические, синтаксические и прагматические условия введения познавательно эффективных определений понятий истин**. С этой целью рассмотрим сначала соотношение естественного языка, языка индивида — назовем этот язык *идиолектом* — и речи. Покажем, что акт определения понятия истины осуществляется на уровне речи или систематического изложения чего-либо и что, как правило, **определение понятия истины возникает в рамках процесса коммуникации**. После введения некоторых понятий истин, касающихся исходных, канонических и т. д. языков, и некоторых уточнений относительно сохранения логико-семантических свойств в этих языках покажем, что **определения понятий истин — это форма расширения идиолекта познающего агента благодаря коммуникативным процессам, в которые этот агент включен вместе с другими коммуникантами, также обладающими индивидуальными языками**.

В противоположность У. О. Куайну и другим авторам, оспаривающим существование индивидуальных языков, мы считаем, что эти последние — **единственная форма существования естественных**

языков; общественный язык — всего лишь результат «интерференции» личных языков индивидов. Рассматривая определения понятий истин как расширение идиолекта, мы вместе с тем должны исследовать соотношение имен и дескрипций; покажем, что определение понятия истины состоит в постулировании либо констатации внутриязыковой синонимии имени и дескрипции, которые имеют самостоятельные познавательные статусы в отношении агента, выдвигающего определение, и в отношении агента, воспринимающего его. Таким образом, проблему синонимии, как и проблему определения понятия истины, следует **решать локально в рамках определенной речи или формулировки**, предложенной каким-то агентом, а не в рамках какого-то естественного языка вообще.

Исходя из принятых семантических, синтаксических и прагматических условий познавательного эффективных определений понятий истин, установим, какие дополнительные требования следует включить в семиотическую модель, чтобы последовательно вывести частные случаи реальных, номинальных, семантических, синтаксических, лексико-экспликативных, стипулятивных, сокращающих и т. д. определений понятий истин. Руководствуясь выдвинутой Попа семиотической точкой зрения, изложим познавательные функции определений понятий истин и проанализируем соотношение определений понятий истин и правил или постулатов замены одних выражений другими, а также взаимоотношение определения понятия истины и перевода как логико-семантической операции.

4.1. Язык, идиолект, речь как средства коммуникаций и отображения истин

Естественный язык может быть охарактеризован как исторически сложившаяся система конвенциональных знаков, основная функция которой состоит в опосредовании общения людей. В отличие от других знаковых систем, возникших среди биологических популяций, предшествовавших человеку, лингвистические знаки — не просто средства сигнализации или предупреждения; они также не являются воспроизведением или изображением обозначаемых предметов (иконо-графические знаки). Специфика лингвистического знака состоит в его произвольном, конвенциональном характере. Между знаком и обозначаемой им вещью нет никакой естественно-физической связи; между ними существует только искусственная социокультурная связь.

На протяжении веков — от стоиков до Ф. де Соссюра — отмечался произвольный, искусственный характер лингвистической конвенции. Несколько меньше подчеркивалась *общность* и *органичность* лингвистических конвенций, образующих тот или иной язык. Условием введения для какой-либо категории собеседников того или иного соглашения, касающегося употребления некоторого знака, является присоединение его, хотя бы временное, к ранее установленным соглашениям. Чтобы можно было видоизменить правило или соглашение относительно употребления какого-то понятия или выражения, следует неявно принять другие соглашения, а именно те, которые касаются употребления понятий и выражений, разъясняющих смысл нового знака. Лингвистические конвенции и правила, используемые агентом в определенном процессе коммуникации, не должны противоречить друг другу. Отсюда, однако, не следует, что они не противоречат правилам употребления лингвистических знаков, используемых двумя или несколькими коммуникантами. Более того, может оказаться, что соглашения, регулирующие употребление одних и тех же знаков и выражений одним и тем же агентом, если рассматривать их в различные периоды времени, не будут непротиворечивыми.

Естественный язык не является в целом системой конвенций, и, следовательно, он может порождать множество пропозициональных выражений, содержащих логические противоречия. Тот факт, что правила и соглашения естественного языка не являются непротиворечивыми, объясняется конкретно-историческим, стихийным и независимым способом их введения: различными агентами, осуществляющими одновременно и практически-преобразующую и дискурсивно-познавательную деятельность. Вошедшие в язык, зафиксированные в научно-литературных трудах и присутствующие в живой речи лингвистические конвенции — это продукт истории человеческого общества, пользующегося данным языком, это **способ фиксации добытого этим обществом опыта (информации)**.

Перед лицом того факта, что естественные языки не отвечают требованиям связности, последовательности и систематичности, лингвисты, не склонные к эмпиризму и описательности, пытались строить частичные модели языка как особого явления или предлагали строго различать язык как идеальную структурированную систему, с одной стороны, и речь как последовательность физико-акустических событий, с другой. **Современные исследования колеблются между альтернативой построения формальных моделей** (которые, детально описывая некоторые синтаксические свойства языка, тем не

менее не учитывают способов установления лингвистических соглашений на уровне индивидов, процесса созидания ими языка как общественного явления в ходе их взаимодействий) и альтернативой изучения некоторых подсистем языка в отрыве от логико-семантических и познавательных аспектов акта лингвистической коммуникации.

Выход из этого положения можно видеть в исследовании лингвистических процессов с точки зрения теории коммуникации, когда лингвистическая теория принимает во внимание, кроме взаимоотношений знаков и обозначаемых ими сущностей или отношений между знаками, также и взаимоотношения знаков и использующих их личностей. Это побуждает провести различие индивидуального и социального языков и признать необходимость изучения их взаимозависимости.

Таким образом, статус знаков и лингвистических конвенций может быть исследован на трех уровнях: на уровне сложившегося естественного языка; на уровне индивидуального языка; на уровне речевого изъяснения или разговорного поведения как проявления лингвистических ресурсов индивида. Поскольку индивиды являются в равной мере и создателями, и потребителями естественных языков, поскольку, далее, именно они осуществляют процесс речевого общения, исходным пунктом анализа должно стать исследование индивидуального языка, или *идиолекта*. Под *идиолектом* мы понимаем совокупность знаков и выражений, используемых или понимаемых некоторым агентом. Идиолект содержит: собственные имена, общие имена, дескрипции, а также правила и операции, описывающие существующие между ними семантические и синтаксические отношения. Идиолект содержит знаки для логических связей, опосредствующих переработку информации в знаки и пропозициональные выражения. С генетической точки зрения идиолект — продукт операционально-праксеологических и выраженных в речи познавательных контекстов, в которых участвовал индивид.

Различают активный и пассивный идиолект. *Активный идиолект* состоит из совокупности знаков и выражений, которые может производить агент; *пассивный идиолект* охватывает множество знаков и выражений, которые агент, не производя их самостоятельно, понимает, когда они исходят от другого агента. В определенных пределах это различие совпадает с различием активного и пассивного словаря лица, говорящего на каком-нибудь языке. Идиолект, однако, охватывает и характерные для языка

говорящего синтаксические структуры, и свойственные ему фонетические признаки.

Идиолект некоторого агента включает не только знаки родного естественного языка, но и знаки выученных чужих языков или знаки специализированных языков некоторых наук в той мере, в какой эти последние входят в семиотический арсенал, используемый агентом в его общении с другим агентами. Наше понимание термина «идиолект» не совпадает с «индивидуальным (privat) языком» Айера или Куайна. Для Айера **индивидуальный язык** — это код или система знаков, созданная и используемая некоторым познающим агентом исключительно для описания своего собственного опыта. Английский философ допускает возможность построения такого кода. Куайн, напротив, считает, что не может быть индивидуального языка ни в каком утилитарном смысле этого слова. По мнению Куайна, **язык** — это способ взаимодействия (скорее – взаимопонимания (А.К.)) по крайней мере между двумя людьми, говорящим и слушающим. Того же мнения придерживается и Кирил Барра, для которого индивидуальный язык в смысле Айера — это лишь необычное употребление сложившегося языка.

Далеким от понимания в смысле Попа термина «идиолект» (или «индивидуальный язык») является также и смысл, придаваемый термину «индивидуальный язык» психологом Дж. Флейвеллом. По мнению Флейвелла, **индивидуальный язык состоит в интроспективном внутреннем разговоре индивида с самим собой.**

По нашему мнению, индивидуальный язык не следует отождествлять ни с кодом, принадлежащим исключительно какому-то индивиду, ни с особым невысказанным внутренним разговором отдельного человека. Громадное большинство знаков и выражений некоторого идиолекта используется в том же или в подобном (а иногда противоположном) смысле и в идиолектах других агентов. Всякий идиолект, однако, предполагает особые знаки или выражения или, по крайней мере, употребление в особом смысле, в соответствии с видоизмененными конвенциями, хотя бы некоторых терминов и выражений, имеющих и в других индивидуальных языках. **Можно говорить о языке некоторого индивида лишь в той мере, в какой введение им знаков дает ему возможность, по крайней мере теоретически, быть понятым любым другим слушателем или собеседником.** Таким образом, Куайн прав, утверждая, что **акт коммуникации посредством лингвистических знаков предполагает по меньшей мере два лица.** Он, однако, неправ, когда оспаривает возможность говорить об индивидуальном языке в каком бы то ни было значении этого термина. Более того, как полагает Попа, что это противоречит его же

собственным взглядам. Куайн стремился развить натуралистско-эмпирическую теорию языка и смысла в соответствии с тезисом, согласно которому **«ум и смысл — это стороны одного и того же реального мира»**. Он считает, что мир смыслов и умственных отображений в конечном итоге должен быть сведен к определенным поведенческим предрасположенностям или склонностям. Только таким путем, по мнению Куайна, семантика сможет избавиться от ментализма и спиритуализма, которые ей вредят. Отрицание индивидуального языка, специфики проявления социального языка на уровне индивида делает одинаково невозможной как разработку теории языка и смысла с точки зрения поведения (что является целью Куайна), так и ее прагматическую разработку. Ибо лишь на основе анализа поведенческих ситуаций, в которых участвуют агенты, на основе исследования используемых и понимаемых ими знаков и выражений можно объяснить способ установления исходных лингвистических конвенций и их изменение во времени, а также выдвижение новых конвенций. **Посредством идиолекта — собственного языка** — индивид проявляет себя одновременно и в качестве потребителя и в качестве творца социального языка. **Собственный язык индивида — тройкая реальность: физическая, социальная и психико-познавательная**. По мнению Попа, скорее можно поставить под сомнение существование социального языка, чем отрицать реальность идиолекта. Естественный язык какого-то коллектива, социальный язык — это всего лишь результат пересечения идиолектов, следствие частичного совпадения конвенций. **Естественный язык может быть описан как множество идиолектов, между составными выражениями и знаками которых имеют место отношения пересечения, а семантические соглашения и правила совпадают, по крайней мере в определенных пределах**. Естественный язык, как и человеческое общество, существует до и после индивида и его собственного языка. Индивидуальный язык, как таковой, формируется и развивается на основе социального языка, в процессе общения с другими говорящими. **Индивид — прежде всего потребитель социального языка**. Позднее, когда индивид достигает определенной степени развития, он начинает проявлять себя и как **созидатель — «конструктор» — языка**; на этом этапе он переводит в лингвистические выражения и знаки, которыми пользуются другие субъекты, часть своего, неизвестного другим лицам опыта. Социальный язык, таким образом, становится хранителем важной части индивидуального, неповторимого опыта миллионов и миллионов индивидов. В какой степени индивидуальный опыт может быть переведен в опыт социальной, рационально-речевой, передан с

помощью лингвистических знаков, — это проблема особая, которой мы не будем здесь заниматься. Пока же примем как факт **возможность преобразования хотя бы части строго индивидуального опыта в опыт социальный и в результате непрерывный рост массива информации и знаний**, заложенного в социальном языке, соответственно в естественном языке и в языках частных наук. Этот запас информации, выраженный лингвистическими знаками, существовавшими до появления и развития того или иного индивида, решающим образом влияет на развитие его познавательной и операциональной компетентности и в особенности на формирование и обогащение индивидуального языка. Итак, **идиолект следует рассматривать в процессе его исторического становления и обогащения, расширения его возможностей**. Подобно социальному языку он обладает **диахроническим измерением**. **Дискретной и преходящей, кратковременной формой проявления идиолекта является речь**.

Таким образом, *речь* можно было бы определить как использование некоторым лицом лексической и синтаксической наличности его индивидуального языка для осуществления некоторого сообщения в данных условиях. Иначе говоря, **речь — это обычная форма использования агентом своего идиолекта в целях общения с другими агентами**. Речь — это передача сообщения одного агента другим, «отрезок разговора», в пределах которого коммуниканты не меняют своего статуса передающих или воспринимающих. Как правило, речь предполагает неизменность установки говорящих, одинаковость предметной области и конвенций, используемых коммуникантами, сохранение направленности сообщения, то есть статуса агентов как передающего и воспринимающего, соответственно единство их регистров. Хотя речь исходит от агента, по своему содержанию она не субъективна. Напротив, она — средство объективации и социализации индивидуального опыта, который неизбежно содержит множество субъективных элементов. Логика и когерентность проявляются на уровне речи, а не идиолекта или естественного языка.

Исходя из характера установленных между агентами социальных и коммуникативных отношений, можно выделить несколько видов речевой коммуникации, различающихся своим прагматическо-операциональным, познавательным и логическим статусом. Основные виды речевой коммуникации таковы: утверждение (полагание, «декларация»), приказ, обещание, просьба, вопрос, восклицание и т. д. Описательно-повествовательные, «декларативные» предложения или утверждения появляются, например, в научных теориях каждый раз,

когда описывается какой-либо факт или положение дел. Приказ, обещание, запрет и т. д. описывают не факты или состояния вещей, а будущие действия и события; они выполняют функцию предписания. Помимо этих двух видов (дескриптивного и предписывающего), с точки зрения замысла речи или сообщения можно также выделить категорию субъективно-экспрессивных предложений, несущих информацию о внутреннем состоянии личностей, от которых исходят сообщения, об их эмоциях, желаниях и мнениях. Речевые коммуникативные акты, будучи включенными в различные операциональные контексты, обогащают и расширяют собственный язык индивида.

Переход от одного этапа к другому в развитии идиолекта зависит не столько от времени, сколько от полноты и действенности коммуникативных процессов, в которых участвует познающий агент. Идиолект агента на более высоком этапе можно с некоторой степенью приближения описать как расширение его идиолекта, сформировавшегося на предыдущем этапе. И наоборот, частный язык предыдущего этапа со временем становится подъязыком частного языка индивида на данном этапе его развития.

Изменения некоторого идиолекта — это не только новые знаки и выражения в речи агента, но и видоизменение семантических конвенций, регламентирующих использование прежних знаков, установление новых случаев применения или новых внутренних соответствий между выражениями некоторого языка. В результате обогащения непосредственного опыта агента или усвоения более широкой области социального опыта в рамках собственного языка часто происходят радикальная перестройка и изменение смысла ранее усвоенных терминов и выражений. **Как правило, такими радикальными изменениями в идиолекте сопровождается переход от общего языка к языку научному.** Иногда в языке субъекта сохраняется употребление некоторых понятий и выражений в двух несопадающих значениях: одно из них принадлежит исходным лингвистическим слоям, оно связано с первоначальным усвоением естественного языка; другое относится к специализированному языку некоторой науки.

Таким образом, важно различать в идиолекте несколько способов употребления знаков — в зависимости от прагматического и коммуникативно-речевого контекста, в который включен агент. **Диапазон изменчивости идиолекта в зависимости от операционально-прагматического контекста и от взаимоотношений с другими агентами Попа называет *регистром* идиолекта.** Регистр может включать изменения на уровне фонетическом, лексическом, синтаксическо-структурном. **Понятие регистра идиолекта можно связать с**

понятием статуса или роли индивида в данной общественной системе, в пределах которой его разнообразная деятельность подчинена различным нормативным системам. Так, в плане звуковой интонации один и тот же агент может говорить фамильярным или торжественным тоном, авторитетно или просительно, безразлично или эмоционально, медленно или быстро, шепотом или громко — все эти оттенки связаны с взаимоотношениями между говорящим агентом и агентом или агентами, воспринимающими его речь. Праксеологический контекст и особенности агентов, воспринимающих сообщения, влияют не только на тон, но и на лексику и (в определенной степени) на грамматические структуры говорящего. Желая быть понятым, последний приспособливает свою лексику и звуковую типологию к особенностям тех, кто его воспринимает. Для акта лингвистического общения особое значение имеет исследование взаимосвязей, которые могут сложиться между идиолектами агентов, участвующих в процессе коммуникации. Тщательное описание этих связей, как мы видим, представляет интерес как для теории определений, так и для герменевтики, или теории понимания. Если I_i и I_j — два идиолекта, принадлежащие агентам a_i и a_j , то между ними могут существовать следующие отношения:

$$\begin{array}{ll} \text{(I)} & I_i \subset I_j; & \text{(II)} & I_i \cap I_j; \\ \text{(III)} & I_i = I_j; & \text{(IV)} & I_i + I_j. \end{array}$$

I. Идиолект одного агента может *включаться* в идиолект другого агента. С некоторыми оговорками как пример такого отношения можно рассматривать случай, когда ребенок обучился естественному языку у своей матери; его язык включается в язык его матери.

II. Индивидуальные языки двух агентов могут *пересекаться*. Это наиболее частый случай, возникающий между двумя общающимися людьми. Область пересечения — это основа взаимопонимания и предпосылка речевого расширения идиолектов участвующих в общении агентов. К этому случаю относится, как мы увидим далее, использование явных лексических определений, а также стипулятивных определений.

III. *Тождество* индивидуальных языков двух агентов — вещь теоретически возможная, но практически нереализуемая. Если бы какой-то идиолект был совершенно тождествен другому, то это уже был бы не «идиолект», а «*диа*»- или «*полилект*». В таком случае лишается смысла всякая попытка со стороны одного коммуниканта ввести путем определения понятие или выражение, новое для другого коммуниканта, ибо оба собеседника располагают одними и теми же семиотическими инструментами.

IV. Идиолекты двух агентов не имеют общей части: находятся в *альтернативном* отношении. Как правило, в этом случае они не принадлежат одному и тому же естественному языку. Если все же они относятся к одному и тому же естественному языку, то данный естественный язык настолько многообразен, что это мешает ему быть одинаково значимым для всего множества его носителей. В таком случае становится невозможным прямое и непосредственное общение; необходимо прибегнуть к помощи опосредствующих идиолектов и внутрилингвистических «периодов». Понятно, что и в **этой ситуации не может быть явных определений понятий истин**, ибо рассматриваемые два агента не располагают множеством одинаково понимаемых выражений, которое могло бы служить отправным пунктом для речевого расширения идиолектов.

Наиболее естественный путь достижения тождественности смыслов ряда знаков и выражений, принадлежащих тому или иному идиолекту, — это праксеологический операциональный подход, состоящий в обращении к внесемиотическим, оstenсивным и операциональным приемам. Это обстоятельство как будто подтверждает тезис, что в основе первоначального осмысления или первоначального понимания человеком знаков лежит преимущественно операционально-праксеологическая и биологическо-поведенческая мотивация. Только на базе знаков с интерсубъективным смыслом стал возможным впоследствии переход к рационально-речевым формам общения и познания. Но печать праксеологического лежит не только на области лексического и лексических отношениях. **Граматики естественных языков отражают, помимо прочего, операционально-праксеологические структуры. Так, имя фиксирует агента действия, глагол — предпринятое действие, прямое дополнение — предмет действия, обстоятельства места и времени — общие рамки действия**.

Исследование взаимоотношений идиолектов может пролить новый свет на некоторые логико-семантические, гносеологические и лингвистические проблемы. **Прежде всего сомнительно, можно ли определять естественный язык как *систему* знаков**. Поскольку лингвистические конвенции в значительной степени варьируют от агента к агенту, будучи различными в разных идиолектах, и поскольку они меняются даже в пределах одного и того же идиолекта по мере его развития и расширения или перехода от одного регистра к другому, **трудно считать, что естественный язык — это последовательная система знаков, семантические, синтаксические и прагматические правила которой непротиворечивы**.

Как уже отмечалось, непротиворечивость и последовательность — это свойства, появляющиеся на уровне речи или систематического изложения, осуществляемого некоторым коммуникантом и адресованного агентам определенного класса, чьи идиолекты объединяет некоторое множество условий. **Естественный язык, скорее, можно интерпретировать как семью идиолектов, между множествами понятий и выражений которых имеют место отношения пересечения и конвенции которых согласуются или частично совпадают.**

Таким образом, **естественный язык аналитически сводим к понятию идиолекта, при разъяснении которого, как мы видели, используются понятия знака и выражения, относящиеся к семиотике, а также более трудная для понимания идея значения знака или выражения.** Если к отстаиваемому Куайном биологическо-поведенческому обоснованию исходных смыслов добавить праксеологическо-операциональное обоснование, то **теория естественных языков окажется в тесной связи не только с общей теорией коммуникации (охватывающей, в частности, коммуникативные процессы во внечеловеческих сложных динамических системах), но и с теорией антропогенеза, с этнографией и праксеологией.**

4.2. Исходный и расширенный языки отображения истин

Выражения «исходный язык отображения истин», «расширенный язык отображения истин», «канонический язык отображения истин» встречаются в работах по математической логике, теории множеств и теории алгоритмов. В данном параграфе рассмотрим, в каком смысле употребляются эти выражения в областях формирования определений понятий истин, с тем чтобы в следующем параграфе использовать их для анализа естественного языка отображения истин и языков частных наук, подвергнув особенно подробному рассмотрению возникающие при этом различные их интерпретации.

Введение понятий, которые далее будут проанализированы, поможет описать взаимоотношения идиолектов, а также стадий развития одного и того же идиолекта и объяснить операцию определения понятия истины в понятиях отношения между выражениями расширенного языка отображения истин и выражениями его подязыка.

***Алфавитом* называется конечное непустое множество знаков или букв. Особенностью всякого алфавита является то, что он служит**

исходным материалом при построении выражений языка отображения истин. В логике и математике понятие алфавита не сводится к совокупности графических знаков, обозначающих звуки или фонемы естественного языка, а имеет гораздо более абстрактное и общее значение. **Алфавит здесь — это множество постулированных исходных объектов, из которого затем строится множество всех допустимых в данном языке выражений или значений.** А. А. Марков различает *конкретный алфавит*, то есть конечную непустую совокупность конкретных букв, соответственно физических событий или объектов, наделенных функцией обозначения, и *абстрактный алфавит* — множество конкретных алфавитов одной и той же формы, то есть множество, в котором любые два конкретных алфавита считаются одинаковыми.

Примеры алфавитов

$$\begin{aligned}A_0 &= \{a, b\}; \\A_1 &= \{a, b, c, d\}; \\A_2 &= \{a, b, c, d, e\}; \\A_3 &= \{a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m\}; \\Ч &= \{|\}; \\С &= \{|\, *\}; \\Ц &= \{|\, -\}; \\М &= \{|\, -, *, \square\}; \\Т &= \{|\, -, *, \square, \&\}.\end{aligned}$$

Некоторый алфавит B называется *расширением* алфавита A , если всякая буква алфавита A есть буква алфавита B . В наших примерах алфавит A_1 есть расширение алфавита A_0 , A_2 — расширение A_1 , A_3 — расширение A_2 ; точно так же C и $Ц$ суть расширения $Ч$, алфавит M есть расширение как C , так и $Ц$. Отношение расширения между алфавитами A и B обозначается как $A \subset B$.

По двум данным алфавитам A и B могут быть построены их объединение, пересечение и разность. Алфавит C есть *объединение* алфавитов A и B (обозначается через $A \cup B$), если C содержит буквы, каждая из которых принадлежит по крайней мере одному из алфавитов: A или B ; он есть *пересечение* алфавитов A и B (обозначение: $A \cap B$), если C содержит буквы, принадлежащие каждая A и B ; он есть *разность* алфавитов A и B (обозначение: $A \setminus B$), если он состоит исключительно из букв, принадлежащих A и не принадлежащих B .

В логико-математических языках и в теории алгоритмов всякий исходный знак (или, как обычно говорят, буква), принадлежащий некоторому алфавиту, вместе с тем является *словом*, или *правильно построенным выражением*. Словами в алфавите A называется также всякий ряд исходных букв, построенный по определенным правилам образования или построения, относимым к данному алфавиту. Так, например, правилом образования в искусственном языке может быть прибавление (приписывание) к слову справа некоторой буквы или букв, принадлежащих данному языку. В качестве правила образования можно рассматривать также присоединение к данному выражению слева некоторого знака, играющего роль одноместного оператора. Выражение можно также образовать из двух или трех выражений с помощью бинарного или тернарного операторов. Наконец, выражение можно получить из другого с помощью подстановки на место одного из его компонентов другого правильно построенного выражения.

Приведем примеры таких правил.

R_1 . Если a — однобуквенное выражение, то aa — выражение.

R_2 . Если a, b — однобуквенные выражения, то ab есть выражение.

R_3 . Если a — выражение, то $\nabla a, \diamond a, \square a$ — тоже выражения.

R_4 . Если a, b — выражения, то выражениями являются $Aab, Kab, Dab, Iab, Cab, Eab$.

R_5 . Если даны три выражения A, B, C , такие, что B — компонента C , а A относится к той же синтаксической категории, что и B , то мы можем построить новое выражение D , которое имеет ту же форму, что и C , за исключением того, что B в каждом своем вхождении в C будет заменено на A (**правило подстановки**).

R_6 . Если $V \varphi(A_1, \dots, A_n)$ является определением в данном языке, а C — выражением, в котором имеется $\varphi(A_1, \dots, A_n)$, то мы можем построить выражение D (которое будет равнозначно C), заменив выражение $\varphi(A_1, \dots, A_n)$ в любом месте, где оно встречается в C , на V (**правило замены по определению**).

R_7 . Если $A, A \rightarrow B$ — истинные выражения, то B — истинное выражение (**modus ponens**).

Первые четыре правила известны как правила образования. Последние три называются правилами преобразования, правилами логического следования или правилами вывода. Правила вывода служат не увеличению класса правильно построенных выражений, а *отбору* среди них класса таких выражений, которые в соответствии с какой-либо из интерпретаций являются истинными предложениями (высказываниями или теоремами).

Искусственный язык отображения истин определен, если задан его алфавит и правила образования и преобразования. В логике и математике для определения языка теории, помимо алфавита и правил, задается некоторое число первоначально принимаемых или выделенных предложений, называемых аксиомами, отправляясь от которых по правилам преобразования, можно получить множество всех вообще принимаемых выражений системы. Правила образования и преобразования искусственного языка отображения истин соответствуют идее грамматического правила традиционной лингвистики. Они являются одновременно нормами порождения и критериями отбора правильно построенных выражений. Поэтому неудивительно, что некоторые лингвисты пользовались опытом построения искусственных языков для разработки своих концепций естественных языков и их грамматик. С этой точки зрения **грамматика**— механизм, порождающий все правильно сформированные предложения и только их; это аппарат, производящий новые правильно построенные выражения из некоторого числа данных правильно построенных выражений или слов. Таким образом, **грамматику можно рассматривать как систему норм, регламентирующих расширение языка отображения истин**.

Язык L_1 является *расширением* языка L , если всякое выражение языка L является одновременно выражением языка L_1 . Расширение искусственного языка может осуществляться двумя способами:

- (1) введением новых знаков в алфавит или в словарь;
- (2) видоизменением правил образования правильно построенных выражений.

Очевидно, что язык, построенный на алфавите A_3 , шире, чем языки в алфавитах A_0 , A_1 и A_2 , если во всех этих языках действуют одни и те же правила образования.

Пусть в некотором языке L° над алфавитом A_0 действует правило R_2 . Видоизменим это правило так, чтобы оно позволяло получать в языке не только двубуквенные, но и трехбуквенные выражения. В результате мы получим *новое* правило R'_2 , отличающееся тем, что если этим

правилом *заменить* в L° правило R_2 , мы получим новый язык L°_1 , являющийся расширением языка L° .

Новое правило имеет вид:

R'_2 . Если a, b, c — однобуквенные выражения, то ab — выражение и abc — тоже выражение.

В соответствии с правилом R'_2 ряды букв $aaa, aab, aba, abb, baa, bab, bba, bbb$ являются выражениями языка L°_1 , в то время как их нельзя считать правильно построенными выражениями в языке L° , полученными по правилу R_2 . Вместе с тем последовательности aa, ab, ba, bb , относящиеся, согласно правилу R_2 , к языку L° , принадлежат также языку L°_1 в соответствии с правилом R'_2 . Это показывает, что расширенный язык сохраняет все правильно построенные выражения исходного языка. Иными словами, **всякое выражение, удовлетворяющее свойству грамматической правильности в исходном языке, будет удовлетворять этому свойству и в расширенном языке.** Этот тезис верен, только если видоизменения правил образования не аннулируют ни одно из правил исходного языка.

В используемых в математике формализованных языках наряду с правилами образования имеются также правила вывода и некоторое число исходных рядов букв данного алфавита — слов. Правила вывода служат для отбора в качестве истинных некоторого подмножества выражений или предложений из всего множества предложений, которые в зависимости от данной интерпретации могут быть истинными или ложными. Таким образом, правила вывода функционируют как инструмент создания и отбора истинных предложений или теорем.

В этом случае при переходе от исходного языка к расширенному возникает новая проблема — сохранения или несохранения свойства быть теоремой. Язык L_1 , представляющий собой расширение языка L , называется *консервативным* расширением, если любое произвольно выбранное выражение в алфавите языка L тогда, и только тогда, является теоремой в этом языке, когда оно является теоремой и в языке L . Множество предложений исходного языка L , являющихся теоремами в нем, — теоремами, которые остаются таковыми и в его расширении L_1 — оказывается неизменным в любом консервативном расширении языка L . С помощью понятия консервативного расширения можно ввести понятие **класса канонических выражений**. Класс выражений (слов) \mathfrak{C} в алфавите A языка L называется *каноническим*, если существует консервативное расширение языка L — язык L_1 и слово σ такое, что выражение α является элементом \mathfrak{C} тогда, и только тогда, когда α является словом в A и $\sigma\alpha$ является теоремой в L_1 . Итак, слово α принадлежит классу канонических выражений, если

оно состоит из букв алфавита A , принадлежащего исходному языку L , и последовательность знаков (букв) \mathfrak{S} *са* является теоремой в языке L_1 — консервативном расширении L . Элементы канонического класса могут быть порождены с помощью конструктивного процесса.

4.3. Расширение естественных языков отображения истин

В специальной литературе имеются многочисленные исследования взаимосвязи исходных и расширенных языков со специальным приложением к формализованным языкам отображения истин, теории множеств и математической логики. Особое внимание уделяется при этом проблеме сохранения формальной правильности (то есть **свойства быть грамматически правильным выражением**) и **свойства быть теоремой**. Но в применении к естественным языкам отображения истин проблема расширения некоторых их фрагментов с помощью формального аппарата практически не исследована. Одним из первых вопросов, который возникает в этом случае, является вопрос об уточнении уровня и типа лингвистической структуры, в рамках которой рассматривается расширение языка отображения истин. Можно ли, говоря о расширении естественного языка, утверждать, например, что современный русский язык — это расширение русского языка конца XIX века, или же более плодотворным будет исследование расширения языка на уровне идиолекта? Наконец, возможно третье направление исследования: исследование расширения языка отображения истин на уровне речи или способа выражения, используемого одним или несколькими людьми для систематизации и передачи накопленной информации в рамках данной деятельности. Если принять последнюю альтернативу, **возникают** дальнейшие **проблемы: как соотносится расширение некоторого языка отображения истин с идиолектами различных лиц, участвующих в речевой деятельности; какое влияние оказывает расширение их идиолектов на языки отображения истин в различных науках или в естественных языках и т. д.**

Другой очень важный вопрос, возникающий в связи с приложением понятия расширения языка отображения истин (или его части — подязыка) к естественным языкам или их фрагментам, — это установление типа семантических, синтаксических и прагматических свойств, сохраняющихся при переходе от исходного языка отображения истин к расширенному.

При расширении некоторых фрагментов естественных языков нужно учитывать не только формальную правильность и сохранение множества теорем (как в случае формализованных языков отображения истин), но и видоизменение или сохранение **референциальных и коннотативных функций языковых выражений, отношения синонимии, способов доказательства и т. д.**

Отсюда следует, что **понятийный аппарат отображения истин, построенный для исследования формализованных языков отображения истин в математических дисциплинах, будучи весьма полезным для изучения одних аспектов естественного языка, оказывается недостаточным для исследования других его аспектов.**

Наконец, третья практическая проблема — это установление соответствия между механизмом построения и расширения формализованных и искусственных языков отображения истин и механизмов расширения естественного языка. Имеется ли соответствие в «статусе» алфавитов естественных и формализованных языков отображения истин? Какова степень строгости правил образования естественных языков отображения истин и какие типы операторов, работающих над языковыми выражениями, встречаются в естественных языках в ходе их развития? В чем сходство и в чем различие этих операторов по сравнению с операциями над словами в алфавите в теории алгоритмов и операторами других искусственных языков?

Попытаемся ответить в общих чертах на последние из этих вопросов. Алфавиты естественных языков имеют принципиально иной статус, чем алфавиты различных кодов и искусственных языков отображения истин. В естественных языках **буквы алфавита вообще являются инфрасемантическими компонентами, а в теориях знаковых систем, например в теории алгоритмов и некоторых формализованных построениях логики и математики, они являются базовыми лексическими единицами.** В естественных языках **буквы — и соответственно фонемы и морфемы — не являются словами — это элементы, с помощью которых образуются слова.** Несмотря на то, что лингвистика исследует и инфралексические системы — фонемы и морфемы, лингвисты считают, что слова — это те «предельные элементы», которые можно фактически выделить в условиях сохранения десигнативно-коммуникативных функций.

В отличие от формализованных языков отображения истин, в которых значение непосредственно соотносится с символом или буквой, в естественных языках отображения истин значением

обладают знаками, имеющими сложную структуру, слова, составленные из звуков или букв. Это значит, что если подойти к естественному языку с формально-конструктивной точки зрения, то в качестве минимальной значимой единицы надо рассматривать слова, а не буквы или фонемы. Как отмечает Р. Якобсон, фонемы участвуют в обозначении, не имея все же своего собственного значения. Таким образом, **слова—это исходные знаки любого фрагмента естественного языка отображения истин, фрагмента, к которому можно применить операцию расширения.** Однако, в отличие от символов или исходных знаков искусственных языков отображения истин, **слова имеют двойственное положение и статус.** По отношению к предложению, фразе слова являются исходными элементами. В то же время как значимые выражения или материальные носители значения они являются сложными предметами, анализируемыми в терминах различных инфралексических лингвистических дистрикций типа: корень и окончание, суффикс и префикс, морфемы, фонемы и т. д.

Изменения, происходящие на уровне слова как значимой системы, оказывают непосредственное влияние на его десигнативные и референциальные функции, а также на тип его взаимоотношений с другими словами в пропозициональном выражении, фразе или речи. Последняя констатация ведет нас к идее естественных лингвистических операторов отображения истин, посредством которых осуществляется переход от определенных номинальных выражений отображения истин или данных пропозициональных структур к другим, отличным от них или тождественным с ними в формальном или познавательном-информационном отношении. **Естественные языки отображения истин — подобно языкам формализованным — являются конструктивными образованиями. Из некоторого числа данных выражений по определенным правилам можно строить множество сложных выражений, отображающих истины.** В этом случае возникают реальные проблемы: можно ли говорить об одинаковости в применении к лингвистическим операторам отображения истин, действующим на различных уровнях структурирования естественного языка? В какой степени операторы отображения истин естественных языков идентичны с операторами, встречающимися в формализованных языках, и не присутствуют ли в естественных языках операторы, еще не проанализированные в понятиях какого-либо из искусственных языков? Допускает ли естественный язык отображения истин все возможные комбинации, порождаемые наличествующими в нем операторами, то есть действуют ли в нем факторы и критерии отбора внелингвистической природы

(социокультурные, например)? В какой мере комбинации, получаемые в естественных языках путем операций, аналогичных тем, которые используются в языках искусственных, подобны соответствующим знаковым комбинациям этих последних с точки зрения информационного содержания и значения?

Полный ответ на все эти вопросы может привести к разработке **операциональной теории естественных языков отображения истин**, к чему должны быть устремлены усилия многих исследователей.

Учитывая задачи данной главы, сформулируем некоторые краткие ответы на поставленные вопросы. Под **алфавитным оператором отображения истины**, или **алфавитным преобразованием**, понимается установление однозначного соответствия между определенными словами данного алфавита и другими словами, распространенными из букв этого же или иного алфавита.

Аналогично этому под **лингвистическим оператором отображения истины** будем понимать установление однозначного соответствия между словами, принадлежащими к некоторому словарю (*тезаурусу*), и словами, принадлежащими к тому же самому или другим словарям (*тезаурусам*). На уровне естественных языков отображения истин — и соответственно на уровнях идиолекта и речи — мы будем различать **три типа лингвистических операторов отображения истин: номинальные операторы, пропозициональные операторы и интерпропозициональные операторы.**

Номинальные операторы отображения истин — лингвистические инструменты построения сложных имен из других имен или из других грамматических категорий. Таков, например, оператор расположения рядом. Из двух имен — «собака» и «волк» путем расположения рядом или присоединения образуется сложное имя «собака-волк». В роли номинальных операторов отображения истин выступают различные виды префиксов и суффиксов, а также некоторые предлоги.

Пропозициональными операторами отображения истин — языковые средства, позволяющие из некоторого числа имен, дескрипций или предикатов образовывать пропозициональные выражения отображения истин определенного типа. Так, к пропозициональным операторам отображения истин будем относить помещение после собственного имени или индивидуальной дескрипции одноместного предиката и соответственно присоединение к двум именам или дескрипциям двуместного предиката. К пропозициональным операторам отображения истин будем относить также некоторые вспомогательные глаголы, служащие средствами

порождения из данных имен или дескрипций некоторых пропозициональных выражений.

Меж- или интерпропозициональными операторами отображения истин будем называть логико-математические операторы \neg , $\&$, \vee , \rightarrow , \equiv , $|$, \forall , \exists и др., с помощью которых из одного или двух (или более) данных предложений образуются другие сложные предложения.

Лингвистические операторы отображения истин являются, таким образом, средствами образования номинальных выражений, предложений и речи как связной последовательности произносимых или написанных предложений. С их помощью правила и соглашения функционирующего в обществе языка — социального языка — актуализируются в речи или индивидуальном высказывании в соответствии с определенной ситуацией действия и коммуникации.

Естественные языки отображения истин располагают более разнообразным набором преобразований, чем любой из искусственных языков. Прежде всего **многие искусственные языки отображения истин не имеют разработанной теории имен и дескрипций.** Естественным языкам присуще множество приемов и схем образования сложных имен. Так, например, в румынском языке имеется более двадцати приемов образования выражений для существительных и тридцати приемов межкатегориальных преобразований, десять из которых применяются к номинальным выражениям. Такое многообразие преобразований делает естественные языки гибкими, дает им огромные конструктивные возможности. Практически ни один естественный язык не использует и не допускает на практике всего множества выражений, которые можно построить в соответствии с допустимыми «языковыми моделями» и схемами построения. Далеко не всякое лексическое образование признается сложным словом или синтагмой лишь потому, что оно построено в соответствии с некоторым допустимым правилом построения таких выражений. Чтобы лексическая конструкция была допущена в качестве выражения или слова, она должна удовлетворять также определенным прагматико-коммуникативным требованиям. Таким образом, в данном словаре может быть множество формально правильных лингвистических конструкций, которые все же не будут признанными словами данного естественного языка, хотя эти конструкции и осуществлены в «духе» языка. Из этого замечания следует, что естественные языки, в отличие от формальных систем и формализованных языков отображения истин, в своей структуре

одержат некоторые «пустые ниши», т. е. лексические конструкции, формально правильные, но в данный момент не признаваемые выражениями языка. **Заметим, что естественные языки, подобно формальным системам и формализованным языкам отображения истин, могут рассматриваться как конструктивные образования, подчиняющиеся определенному числу операциональных правил номинального, пропозиционального и межпропозиционального уровня.** Следовательно, если взять фрагмент данного естественного языка, состоящий из словаря *W* и некоторого числа правил (образования и преобразования), определяющих грамматику, то можно построить расширенный язык отображения истин, который будет содержать все правильные выражения исходного языка и плюс к этому класс правильно построенных выражений, полученных путем применения данных правил к исходному словарю. Минимальной конструктивной единицей в этом случае будет слово, а не буква, как это имеет место в искусственных языках отображения истин. В свою очередь слово, взятое как значимая конструкция, анализируемо в таких терминах, как корень, окончание, фонема, морфема и т. д.

4.4. Семиотическая интерпретация акта определения понятия истины

Определение понятия истины — внутрилингвистическая операция, устанавливающая отношение синонимии между двумя лингвистическими выражениями. Мы говорим— *внутрилингвистическая*, потому что в отличие от перевода она не выходит за пределы данного языка, хотя она выходит за границы способов выражения или регистра идиолекта. Понятие *синонимии* будем считать здесь известным, **интерпретируя синонимию как отношение между двумя выражениями, имеющими один и тот же смысл.**

В данном параграфе ставим следующие вопросы. Каковы семиотические, формально-логические и гносеологические условия, которым должно удовлетворять высказывание, описывающее упомянутое отношение между двумя выражениями, чтобы это высказывание являлось определением понятия истины? Каково соотношение определения понятия истины с актом коммуникации и взаимопониманий людей и как определение понятия истины влияет на расширение идиолектов познающих агентов и на развитие специализированных языков наук? В какой мере семиотический подход к определению понятия истины помогает получить

традиционные виды определения (реальные, номинальные, синтаксические, семантические, лексические, перекалфицирующие)?

Какое влияние оказывает операция определения понятия истины на язык отображения истин соответствующей научной дисциплины, на множество доказуемых в ней теорем? Каковы условия элиминации и некреативности определений понятий истин в научных теориях? Наконец, каковы значение и пределы семиотической разработки теории определений понятий истин?

Поскольку всякое определение понятия истины происходит в рамках некоторого языка отображения истин, рассмотрим сначала язык отображения истин L , состоящий из словаря W , в котором выражения строятся в соответствии с грамматикой G . В согласии с изложенным в параграфах 2 и 3 данного раздела допустим, что грамматика может быть описана конечным числом правил, порождающих формально правильные выражения. Обозначим множество правильно построенных (то есть таких, которые могут быть сконструированы по правилам грамматики) выражений словаря W через F . Допустим также, что в множестве F можно выделить подкласс S выражений, которые получают познающими индивидами эмпирически — в процессе какой-либо деятельности либо в дискурсивно-коммуникативном процессе; при этом данные выражения обладают intersубъективно-коммуникабельным смыслом (значением), обнаруживающимся в коммуникации и носящим внесубъективный характер.

Следует отметить, что выражения, образующие подмножество S , отбираются не по единому формальному критерию, а являются продуктом истории человеческих групп, использующих данный язык. С точки зрения теории, которую мы строим, S можно интерпретировать как множество осмысленных (истинных) выражений, фактически произведенных или производимых индивидами. Наконец, в рамках множества S можно выделить новое подмножество V intersубъективно-коммуникабельных осмысленных выражений, которые так или иначе признаны верными (истинными). Истинные предложения из множества V должны быть грамматически правильными и осмысленными, что можно представить в виде следующего утверждения: между классами V , S , F имеет место отношение $V \subset S \subset F$.

В языке отображения истин L , точнее, в его словаре W — и в подмножествах S и V — можно выделить следующие категории выражений: (1) постоянные, или собственные имена, — a_1, \dots, a_n ; (2) индивидуальные переменные — x, y, z, \dots ; (3) общие имена, или предикаты — P, Q, R, \dots ; (4) предикатные переменные — F, G, H, \dots ; (5) операторы образования имен (например, путем расположения

двух выражений одно за другим) и другие грамматические формы образования значащих выражений языка; (6) пропозициональные операторы («есть», «имеет» и др.); (7) межпропозициональные операторы («и», «или», «если..., то» и др.).

Если L — естественный язык отображения истин или фрагмент естественного языка, то легко увидеть, какие именно типы лингвистических выражений соответствуют категориям (1) — (7). Прежде всего очевидно, что всякий естественный язык отображения истин содержит средства индивидуализации: собственные имена и индивидуальные дескриптивные понятия. Естественные языки отображения истин располагают также семиотическими средствами для обозначения различных типов индивидуальных и предикатных переменных. Такие выражения, как «некто», «нечто» или «некоторая вещь», «какая-то личность», «некоторый предмет», и др., как правило, обозначают индивидуальные переменные. Вместе с тем понятия «признак», «свойство», «отношение» и др. могут интерпретироваться как предикатные переменные, под которые попадают конкретные качества или свойства, такие, например, как «быть голубым», «быть гладким» и др.

Значение, которое мы придаем этим трем категориям лингвистических операторов отображения истин, вытекает из сказанного в параграфе 3. Следует лишь отметить, что мы называем пропозициональными операторами отображения истин лингвистические средства, с помощью которых образуются предложения (например, связка «есть», образующая предложение из двух имен), а логические увязки, образующие сложные предложения, мы называем межпропозициональными операторами отображения истин, поскольку они связывают несколько предложений.

Так как идиолекты — составные элементы естественного языка отображения истин, мы можем сходным образом и внутри них выделить множества выражений, аналогичных S и V . Точно так же мы можем рассмотреть применительно к ним введенные выше синтаксические категории. Если, исходя из интересов рассматриваемой теории, выделить только два идиолекта, I_{s_1} и I_{s_2} , принадлежащих познающим субъектам s_1 и s_2 (соответственно — говорящему и воспринимающему агентам, участвующим в акте дискурсивного познания), то мы вправе выделить множество выражений S_{s_1} , используемых или понимаемых агентом s_1 и множество выражений S_{s_2} , используемых или понимаемых агентом s_2 . Так же можно выделить

подмножества V_{s_1} и V_{s_2} , соответствующие выражениям, принятым в качестве истинных агентом s_1 и соответственно агентом s_2 . Поскольку мы считаем, что идиолекты агентов s_1 и s_2 построены на основе одной и той же грамматики G , то F_{s_1} совпадает с F_{s_2} (то есть $F_{s_1} = F_{s_2}$).

Теперь можно заново сформулировать семиотические условия правильности явного определения понятия истины и рассмотреть операцию определения понятия истины через призму теории процесса коммуникации.

Определение А. Будем говорить, что познающий субъект s_1 *определяет* для познающего субъекта s_2 понятие истины β , где β есть Dfd , посредством выражения $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, где $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ есть Dfn , в языке отображения истин L , если:

$$(1) I_{s_1}, I_{s_2} \subset L;$$

$$(2) I_{s_1} \cap I_{s_2} \neq \emptyset; I_{s_1} \cap I_{s_2} \neq \mathbf{I}$$

(здесь \emptyset означает пустое, а \mathbf{I} универсальное множество);

$$(3) \beta \in I_{s_1}; \beta \notin I_{s_2};$$

$$(4) \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in I_{s_1}; \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in I_{s_2};$$

$$(5) \beta \rightleftharpoons \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n) \text{ в } I_{s_1}, I_{s_2}, L.$$

Условия (1) и (2) уточняют отношения, которые должны иметь место между языками, используемыми говорящим и воспринимающим субъектами: оба языка должны быть подъязыками одного и того же языка отображения истин, причем их пересечение не должно быть ни пустым, ни универсальным классом. Если $I_{s_1} \cap I_{s_2} = \emptyset$, то данные два агента не могут общаться друг с другом, если $I_{s_1} \cap I_{s_2} = \mathbf{I}$, то, допустив, что знаки обоих идиолектов имеют одно и то же значение, мы получим случай, когда коммуникантам *ничего* сообщить друг другу. Мы не сформулировали условие (2) в виде $I_{s_2} \subset I_{s_1}$ ибо это более сильное условие, чем нужно, а именно: словарь говорящего субъекта должен во всяком случае содержать определяемый и определяющие понятия истин, соответственно β и $\alpha_1, \dots, \alpha_n$, а словарь воспринимающего субъекта — определяющие понятия истин, то есть $\alpha_1, \dots, \alpha_n$. Конечно, как I_{s_1} , так и I_{s_2} должны содержать лингвистические операторы отображения истин; в нашей записи их

использование говорящим обозначено через φ . Эти требования сформулированы условиями (3) и (4). Отметим, что φ не является собственным именем (именами) или предикатом (предикатами); это определенный номинальный лингвистический оператор (операторы), такой, например, как расположение рядом (по крайней мере в некоторых случаях φ может интрепретироваться как конъюнкция).

Условие (5) устанавливает возможность замены определяемого определяющим, и наоборот. Это синтаксическое или формально-логическое условие. **Отношения (1) — (5) представляют общие условия операции определения понятия истины, имеющие силу для семантических, синтаксических, реальных и номинальных определений понятий истин.**

Основные моменты операции определения понятия истины или определяющего процесса формирования определения понятия истины в рамках акта коммуникации таковы: s_1 на базе собственного познавательного опыта приходит к выявлению нового *смысла* или *понятия истины* (это может быть достигнуто лингвистической кодификацией ряда индивидуальных восприятий индивида s_1 либо путем независимой переработки информации, полученной в предшествующих коммуникативных процессах); выделенное новое понятие истины или смысл мыслятся агентом s_1 первоначально посредством существующей системы знаков, то есть как $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$; на уровне индивидуального познавательного действия лицо s_1 вводит для понятия истины, которым владеет аналитически, *имя* или *сокращение* (β); с помощью предложения метаязыка он формулирует взаимосвязь между именем и новым смыслом;

$\beta =_{s_1} \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, где знак $=_{s_1}$ означает «тождественно по смыслу для агента s_1 ». (Конечно, это предполагает материальное производство последовательности знаков в соответствии с грамматикой установленного языка.) Агент s_2 воспринимает эту последовательность, кодифицирующую познавательный опыт его коммуниканта s_1 , то есть сопоставляет материальные знаки из идиолекта лица s_1 (то есть из I_{s_1}), выражающие эту последовательность, включая β , со знаками и выражениями, принадлежащими своему собственному идиолекту (I_{s_2}).

Осмысля определяющее предложение, исходящее от s_1 , агент s_2 сначала расшифровывает значение знаков, входящих в его определяющую часть $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$. Затем, в силу их эквивалентности выражению β , выступающему в качестве *Dfd*, определяемое

приобретает для воспринимающего субъекта смысл или значение, идентичное тому, которое ему придано агентом s_1 (рис. 4).

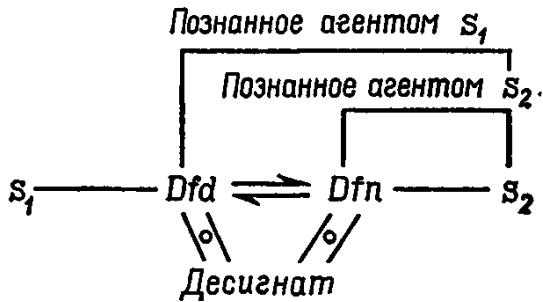


Рис. 4. Операция определения с точки зрения взаимоотношения субъектов логической деятельности (познающих агентов, коммуникантов).

В процессе определения понятия истины субъект логической деятельности s_1 воссоздает для s_2 смысл или значение понятия истины β , используя для этого понятия $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ и операторы отображения истин, входящие в ϕ и имеющиеся в языке агента s_2 . Синтаксический аспект, символически выраженный на схеме через \rightleftharpoons , устанавливает возможность взаимозаменяемости β и $\phi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$. Ясно, что синтаксические операции имеют место и на уровне определяющего — в самом ϕ .

Семантическая сторона, изображенная на схеме знаком $\overline{\circ}$, указывает на тождество смыслов понятия истины β и выражения $\phi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, то есть на тот факт, что оба они являются именами одного и того же объекта или класса объектов (экстенциональная интерпретация) или именами одного и того же информационного содержания или смысла (интенциональная интерпретация).

Прагматический аспект определения понятия истины представлен графически горизонтальными линиями, показывающими направление познания терминов Dfd и Dfn каждым из двух субъектов логической деятельности. Определение как часто используемая в научном исследовании операция предполагает учет всех этих отношений.

В различные моменты познания на первый план может выдвинуться тот или иной аспект либо та или иная компонента определения понятия истины.

В случае, когда определение понятия истины состоит в установлении *имени* для значения или смысла, который уже известен субъекту логической деятельности, воспринимающему определение, последнее

называется *номинальным понятием истины*. Воспринимающий субъект владеет значением определяющего, но у него нет для него более короткого *имени*. **Целью акта определения понятия истины является усвоение воспринимающим субъектом нового имени истины для ранее усвоенного им смысла.**

Когда воспринимающий субъект имеет в своем словаре имя β , выступающее в качестве определяемого (*Dfd*), причем это имя есть для него лишь знак-посредник, не имеющий определенного смысла или значения, тогда назначение определения, которое агент s_1 сообщает агенту s_2 , состоит в том, чтобы построить для последнего этот смысл или значение. Внимание воспринимающего субъекта в этом случае сосредоточено на *значении* или *смысле* имени β , которое до этого осмыслялось им лишь на уровне грамматических категорий: все, что знал о нем s_2 , это то, что оно представляет собой правильно построенное выражение (знак) определенного типа. Этот вид определения мы будем называть **семантическим определением понятия истины**. С его помощью s_2 осуществляет переход от некоторого имени истины к смыслу или значению этого имени.

Когда преобладающим моментом познания истин является установление возможности строго формальной замены *Dfd* и *Dfn* (и наоборот) и определение понятия истины служит правилом в некотором исчислении, тогда на первый план выступает синтаксический аспект определения понятия истины как такового, и определение называется *синтаксическим понятием истины*.

Номинальное определение понятия истины фиксирует переход от значения или смысла, зафиксированного в виде сложного выражения, составляющего определяющее, к новому имени — определяемому понятию истины; семантическое определение понятия истины, наоборот, предполагает переход от некоторого имени истины, или определяемого понятия истины, к его значению или смыслу, передаваемому выражениями, входящими в определяющее понятие истины.

Как номинальное понятие истины, так и семантическое определение понятия истины — это *явные лексические определения понятий истин*, которые либо вводят имена для ранее известных смыслов, либо определяют смыслы некоторых понятий истин, которые имеют значение для воспринимающего агента. Характерной особенностью этого типа определений понятий истин является использование исключительно внутриязыковых средств, отвлечение как от внелингвистических, так и от межлингвистических отношений. Как будет видно в дальнейшем, остенсивные и операциональные определения понятий истин не исключают внелингвистических отно-

шений. С другой стороны, в акте перевода присутствуют межлингвистические отношения: используются отношения синонимии или смысловое соответствие выражений, словари как мета- и межлингвистические нормативы.

В лексических определениях понятий истин мы поясняем язык отображения истин через язык. Поэтому в их рамках невозможно избежать определенного *замкнутого круга*. Свидетельством этого являются одноязычные словари. Как отмечает К. И. Льюис, **ряды лексических определений отличаются между собой лишь величиной кругов, к которым они ведут, то есть числом операций определения, в результате которых в определяющем появляются понятия, для которых ранее были построены другие лексические определения.**

Попытка избежать порочного круга в лексических определениях приводит к другой крайности — к так называемой *дурной бесконечности*. Выход из этой альтернативы состоит в допущении **внелингвистических — остенсивных и операциональных — определений понятий истин, в рамках которых некоторое число понятий истин, так называемый «минимальный словарь истин», усваивается познающими субъектами с помощью непосредственного соотнесения этих понятий истин с воспринимаемыми наглядными («остенсивными») или поведенческо-праксеологическими ситуациями или контекстами. Семантическая теория в конечном итоге должна опираться на поведение и праксеологию.**

Независимо от проблемы генезиса языка, от тонкого механизма взаимосвязей лингвистических знаков в контексте инфралингвистических семиотических структур язык отображения истин **можно рассматривать как множество понятий и выражений, между которыми можно установить отношения синонимии, различия или противоположности смыслов.** Мы не будем заниматься здесь определением этих отношений. Отметим лишь, что, поскольку идиолекты общающихся агентов различны, строго внутрilingвистические лексические определения хотя и не обогащают языка, на котором общаются члены общества, — социального языка, могут быть тем не менее познавательно эффективными: они расширяют идиолект одного из агентов и тем самым обогащают его возможности в плане дискурсивно-рационального познания.

С точки зрения изменений или «мутаций» смысла, которые вызывают определения в отношении - соглашений, действующих в социальном языке, можно выделить следующие **три категории определений понятий истин.**

Первая категория — *регистрающие, или резюмирующие*, определения понятий истин; их будем называть «чисто лексическими». Они не вводят никакого нового смысла, а фиксируют конкретные внутриязыковые отношения синонимии между терминами и выражениями. Например: «Холостяк = *df* неженатый мужчина»; «Слепой = *df* человек, лишенный зрения», и т. д.

Вторая категория — *уточняющие, или разграничительные*, определения понятий истин; они соотносят смысл определяемого понятия истины с нормами языка отображения истин. Этот вид определений имеет отчасти резюмирующий, отчасти новаторский характер (когда они вносят новое в смысл понятия).

Третья категория — *переквалифицирующие (стипулятивные)* определения понятий истин. Посредством них познающий агент предлагает принципиально новый смыслопределяемого понятия истины — смысл, который не опирается ни на один из ранее использованных в языке отображения истин смыслов.

Переквалифицирующие определения понятий истин — инструменты, с помощью которых мы создаем искусственные языки отображения истин, специализированные языки отображения истин наук или некоторые специальные коды. «Чисто лексические», регистрирующие определения понятий истин используются для того, чтобы зафиксировать способ употребления понятий истин и выражений языка определенным классом говорящих, для составления моноязыковых словарей, региональных лингвистических атласов и т. д. **Уточняющие определения понятий истин возникают преимущественно в языках наук, основывающихся на эксперименте и наблюдении, являются необходимым моментом на пути установления собственных языков отображения истин этих наук.**

В *переквалифицирующих, или постулятивных*, определениях понятий истин **познающий агент выступает как автономный создатель семантических правил и норм**, как индивидуальный строитель языка отображения истин, адекватного определенному опыту и деятельности. В этом случае агент обладает максимумом свободы в лингвистическом конструировании, поскольку оно ограничено лишь мерой его практического и теоретического опыта, грамматическими нормами и категориями, которыми он пользуется, и структурой предыдущих лексических соглашений, на основе которых агент сформировался как мыслящее существо. Сам акт введения новых соглашений обусловлен предшествующими соглашениями. В той мере, в какой мы продвигаемся по пути *постулятивного* — посредством введения новых конвенций — формирования языка отображения

истин, уже введенные соглашения ограничивают и детерминируют эти наши нововведения.

С точки зрения отношений между познающими личностями важно также различать объявление или предложение определения понятия истины, которое является задачей агента s_1 — задачей, в некотором роде аналогичной предложению новых правил или норм поведения (что делает определение понятия истины правилом лингвистического поведения),— и *восприятие* или *понимание* определения понятия истины, что является задачей агента s_2 и в некотором роде аналогично *интерпретации* или *применению* правила поведения. В лексических определениях s_1 не предлагает правила или соглашения, а напоминает или описывает одно из употреблений. В уточняющих определениях соглашение напоминает и модифицируется в определенных рамках. Наконец, в переквалифицирующих определениях говорящий агент устанавливает правило употребления данного понятия путем соотнесения его с правилами, регулируемыми употреблением других ранее введенных понятий истин.

Для s_1 — агента, объявляющего определение понятия истины, — последнее имеет преимущественно функцию *сокращения*, поскольку определение понятия истины вводится для сложного описательного выражения с тем, чтобы выразить его смысл или значение определенным именем β . Для s_2 , который «затребовал» определение понятия истины, последнее, напротив, является преимущественно *эксplikативным*, ибо оно сводит неизвестное агенту s_2 значение или смысл понятия β к значению или смыслу комбинации знаков, составленной из компонентов, имеющих для s_2 определенное значение. Тот, кто предлагает определение понятия истины, находится преимущественно в положении законодателя, устанавливающего нормы лингвистического поведения, воспринимающий же агент скорее находится в положении человека, применяющего или использующего нормы для решения определенных проблем частного характера, а именно: (1) «Что означает β ?» (ответ дает семантическое определение); (2) «Чем мы обозначаем значение сложного номинального выражения $f(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$?» (ответ дает номинальное определение).

Итак, каковы основные познавательно-коммуникативные ситуации или отношения, в которых могут находиться оба коммуниканта, если принимать во внимание одновременно и ситуацию, и специфический характер коммуникативной деятельности каждого из них?

Из условий (3) —(4) определения А следует, что говорящему агенту должны быть известны как условия (соглашения или правила) использования знака β и знаков $\alpha_1, \dots, \alpha_n$, так и природа операций, подразумеваемых в β . Как таковой, он не может находиться в *разных*

отношениях с β и $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, поскольку он знает и использует оба эти знака. Но агент s_1 как познающий субъект логической деятельности может, как мы видели, находиться в различных позициях в отношении *правила*, устанавливающего внутрилингвистическую синонимичность β и $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$. Здесь можно выделить следующие возможности.

(а) Агент s_1 *использует* или *напоминает* правило, ранее введенное в язык, в силу которого β равнозначно $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$.

(в) Агент s_1 использует правило, которое устанавливает эквивалентность β и сложного выражения $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ так, как оно использовалось до сих пор, *частично модифицируя* его.

(с) Агент s_1 *вводит* новое понятие и новое соглашение для употребления этого понятия.

Воспринимающий определение коммуникант в свою очередь может находиться в одной из следующих ситуаций.

(1) Агент s_2 *знает* и *понимает* как определяемое понятие, так и определяющее его выражение.

(2) Агент s_2 понимает, к какому *типу знаков* принадлежит определяемое понятие, но не знает его значения.

(3) Агент s_2 понимает и идентифицирует понятие, ситуацию или объект, который характеризуется некоторым описанием $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, но *не имеет* для него единого знака или имени.

(4) Агент s_2 понимает, к каким типам знаков принадлежит определяемое понятие и определяющее выражение, но не знает значения *ни первого, ни второго*.

Если скомбинировать эти состояния познающих агентов s_1 и s_2 , то мы получим (как это видно из табл. 1) двенадцать возможных ситуаций применения операции явного лексического определения.

Таблица 1

		s_2			
		1	2	3	4
s_1	a	$a1$	$a2$	$a3$	$a4$
	b	$b1$	$b2$	$b3$	$b4$
	c	$c1$	$c2$	$c3$	$c4$

Дадим краткую характеристику этих ситуаций.

Ситуация а1. Агент s_1 напоминает или воспроизводит для s_2 лексическое соглашение о синонимии двух выражений, которая известна и s_2 . В этом случае s_2 не узнаёт ничего нового об использовании лингвистических знаков. Это случай, например, лексического определения типа «Слепой $=_{Df}$ человек, лишенный зрения» в условиях, когда лицу, перед которым произносится это определение, заведомо известно содержащееся в нем соглашение об употреблении языковых выражений.

Ситуация а2. Как и в предыдущем случае, s_1 напоминает или воспроизводит ранее введенное в язык соглашение, но при этом s_2 воспринимает определяемое понятие лишь как представителя знаков определенного типа, не зная его значения. Эта ситуация имеет место в случае, когда, например, учитель, обучая математике своих учеников, вводит понятие «нечетное число» посредством определения «Нечетное число $=_{Df}$ число, которое не делится на 2 без остатка».

В случае *а2* мы имеем дело с определениями, которые выше мы охарактеризовали как *лексико-семантические*.

Ситуация а3. Агент s_2 из своего предыдущего опыта знает, каково значение — каков «референт» или десигнат — дескрипции Dfn , но не имеет для него особого имени с тем же значением. Так, например, ученику, изучающему географию, обычно известен тот факт, что существует рельеф, имеющий вид суши, с трех сторон окруженной водой, но он может не знать или не помнить соответствующего географического понятия. В этом случае он может спросить, как называется вид рельефа, представляющего собой сушу, с трех сторон окруженную водой. Узнав от s_1 соответствующее этому десигнату имя («полуостров»), s_2 получает полезные сведения языкового характера. Этот вид определения можно назвать *лексико-номинальным*.

Ситуация а4. Агент s_2 получает знание о семантической эквивалентности двух знаков (как правило, имени-понятие и описательного выражения), чисто формально, внешне, на уровне знаков, но он не представляет себе той области значений, к которой они относятся. Это имеет место, например, когда s_2 просматривает одноязычный словарь, который не понимает. Два выражения, между которыми устанавливается семантическая эквивалентность, являются для s_2 просто какими-то материальными объектами, а не знаками, имеющими смысл.

Отличительным признаком определений понятий истин группы *а* является то, что s_1 *использует* или восстанавливает ранее введенные лингвистические соглашения или правила; он обучает других уже существующим в языке соглашениям, не модифицируя их и не предлагая других.

Для ситуаций группы *b* характерны *модификация*, уточнение или собственная интерпретация существующих соглашений. При этом агент s_1 отбирает определенные множества объектов и определенные смыслы из множества смыслов, фиксированных в естественным образом сложившемся лингвистическом соглашении, касающемся данного понятия или данного описательного выражения.

Ситуация б1. Агент s_1 использует и частично модифицирует естественно сложившееся лингвистическое соглашение, касающееся определяемого понятия в условиях, когда s_2 понимает как определяемое понятия, так и определяющее выражение. Новым для s_2 оказывается лишь отношение, установленное между именем- понятием и определяющим выражением: собственная ограничительная или расширительная интерпретация, которую придает этому отношению s_1 то есть обучающий субъект.

Ситуация б2. Это случай разграничительно-семантических определений понятий истин, когда s_2 воспринимает определяемое понятие истины как знак определенного типа; агент s_2 может даже знать его общее лингвистическое значение, но не знает, в чем состоит его специфическая интерпретация и границы применения, которые устанавливаются агентом s_1 с учетом социально-обусловленных соглашений. Цель s_2 заключается в том, чтобы уловить особый смысл, придаваемый агентом s_1 определяемому понятию, существо модификации, которую он предлагает.

Ситуация б3. Агенту s_2 известно множество предметов, событий, действий или состояний, используя которые s_1 производит или видоизменяет членение семантического поля; но s_2 не владеет соответствующим понятием истины. Понятие истины это и предлагает s_1 в своем определении, и s_2 усваивает его.

Ситуация б4. Агент s_2 способен различать и использовать определяемое понятие истины и определяющее истинное выражение в качестве лингвистических знаков в рамках общезыковых соглашений, но он не улавливает их значения и тех видоизменений в них, которые произвел агент s_1 . Другими словами, s_2 не понимает s_1 именно в плане специфической содержательной направленности исходящего от s_1 акта коммуникации.

Случаи группы *c* относятся к переквалифицирующим определениям понятию истин, посредством которых в язык вводятся новые понятия истин и правила.

Ситуация с1. Это практически невозможный случай. Не может быть, чтобы s_1 ввел новое понятие с помощью переквалифицирующего определения и чтобы это определение было известно агенту s_2 до акта введения.

Ситуация с2. Это возможный и часто встречающийся случай — случай *переквалифицирующе-семантических* определений понятий истин. Агент s_2 понимает, к какому типу знаков принадлежит понятие истины β , но s_2 не закрепляет за понятием β определенного смысла. Смысл имени β усваивается агентом s_2 посредством дескрипции $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, где $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ принадлежит идиолекту как агента s_1 , так и агента s_2 . Так коммуникант s_2 обучается индивидуальному языку коммуниканта s_1 .

Ситуация с3. Это случай *переквалифицирующее номинальных* определений понятий истин. Агент s_2 способен произвести членение семантического поля так же, как это делает s_1 своим определением, но s_2 не имеет специального понятия или символа, используемого s_1 при проведении разграничения в семантической области; этот специфический символ и вводится определением вида с3.

Ситуация с4. В этом случае s_1 предлагает переквалифицирующее определение понятия истины, непонятное для s_2 . Единственное, что последний может усвоить, — это отвлеченную идею равнозначности данного определяемого понятия истины и определяющего его выражения. Поскольку термины, входящие в определяющее выражение, не относятся к его идиолекту, s_2 не может понять и определяемый термин. Это положение имеет место, например, тогда, когда агенту s_2 предъявляется эквивалентность или определение в рамках такой формальной системы, для которой ему не известно ни одной *модели* или интерпретации.

Какие заключения можно сделать из рассмотрения этих случаев?

Каково их значение для теории определений понятий истин, для гносеологии и герменевтики как общей теории понимания?

Для начала отметим наличие определенного соответствия между колонками 1—4 табл. 1 и той классификацией отношений двух идиолектов, которая была рассмотрена в параграфе 1 этого раздела. Колонка 1, относящаяся к случаям, когда s_2 знает и понимает как определяемое понятие истины, так и определяющее его выражение, находясь с этой точки зрения на том же уровне, что и s_1 , соответствует отношению тождества идиолектов (случай III). Акт определения понятия истины здесь становится с познавательной точки зрения неэффективным.

Колонка 4, которая описывает случай, когда s_2 не знает ни значения определяемого, ни значения определяющего, соответствует случаю IV (два идиолекта не имеют общей части). В этом случае определение понятия истины, эффективное с познавательной точки зрения, невозможно из-за отсутствия пересечения языков агентов s_1 и s_2 . Колонки 2 и 3 совпадают со случаем II, когда имеет место пересечение индиви-

дуальных языков обоих агентов и когда понимание агентом s_2 сообщения, поступившего от агента s_1 , теоретически возможно; пересечение идиолектов рассматривается здесь с точки зрения цели, которую преследует s_2 , или под углом зрения «ориентации» отношения между знаками определяемого и определяющего выражений. Колонка 2 соответствует ситуации перехода от имени к значению, и поэтому соответствующие определения понятий истин называются *семантическими*; колонка 3 описывает переход от некоторого объекта или некоторого членения семантической области к имени, обозначающему этот объект или данное членение; поэтому соответствующие определения понятий истин мы называем *номинальными*.

Какова роль явных определений понятий истин в расширении идиолектов, социальных, естественных и искусственных языков отображения истин? Какова их роль в акте понимания? **Если можно интерпретировать теорию доказательства как теорию понимания повествовательных предложений, как теорию обоснования некоторого данного предложения через ряд ранее допущенных предложений, то теорию явных определений понятий истин можно интерпретировать как теорию акта понимания имен (и выражений, играющих роль имен) как чисто лингвистического процесса.**

Явные определения понятий истин — инструмент расширения индивидуальных языков отображения истин и вместе с тем средство, с помощью которого в процессе коммуникации происходит расширение языков социальных. Идиолект воспринимающего агента обогащается в результате усвоения понятия истины β — имени или определяемого понятия истины. Так обстоит дело в лексико-резюмирующих (регистрающих) определениях понятий истин и с некоторыми модификациями в лексико-разграничительных (уточняющих) определениях. В обоих этих случаях акт определения понятия истины разворачивается в рамках существующих семиотических ресурсов базового языка отображения истин L . В перекалывающих определениях понятий истин, напротив, **агент s_1 этот коммуникант — строитель языка отображения истин, вводит новые знаки, которых до этого не было в социальном языке, и узаконивает правила или нормы их использования.** Принятие или непринятие социальным языком отображения истин предложенных знаков и регламентации зависит от содержательности и практической пользы различаемых объектов (истин), от их воздействия на информативно-пояснительную речь, от их полезности в социальной коммуникации.

Лексические регистрирующие определения понятий истин служат обеспечению однородности индивидуальных языков отображения истин, постоянной взаимной адекватности собственных языков индивидов, которые формируются с учетом требований социально-единого языка. **Существует постоянный конфликт между требованием соблюдения уже введенных языковых соглашений (ибо без этого у нас нет шансов быть понятыми другими) и потребностью охватывать средствами языка отображения истин все новый чувственно-наглядный, аффективно-эмоциональный, социально-практический опыт — потребностью, которая ведет к модификации ранее введенных и введению новых языковых соглашений, к перекалифицирующим определениям понятий истин.** Акты коммуникации требуют от коммуникантов в равной мере одинаковости, постоянства и новаторства в использовании лингвистических знаков и соглашений.

Возникает вопрос, как соотносится семиотическая интерпретация акта определения понятия истины с традиционной классификацией явных определений понятий истин, в частности, с разделением их на номинальные и реальные определения понятий истин?

Мы видели, что предложенный семиотический подход ведет нас к выделению большого числа видов явных определений понятий истин, если учитывать одновременно отношение говорящего агента к языковым соглашениям и отношение воспринимающего агента к определяемым и определяющим выражениям. Среди полученных комбинаций (a1—c4) нетрудно заметить как уже описанные в литературе виды определений (лексические, перекалифицирующие, номинальные, семантические, синтаксические), так и новые их виды, порождаемые зависимостью определений от лексического и прагматического статуса коммуникантов. Здесь возникает следующая проблема: каким образом, отпавляясь от общей схемы акта определения понятия истины, введенной выше как определение А, мы можем получить классические типы явных определений понятий истин. Мы вправе также поставить вопрос, что выделяет каждый тип явных определений понятий истин и как осуществляется переход от одного типа к другому.

Явные лексические определения понятий истин как в форме номинальных определений, так и в виде определений семантических могут быть получены из нашей схемы (Определение А) путем постановки S на место L и соответственно S_{s_1} , S_{s_2} на место

I_{s_1} , I_{s_2} . Согласно введенным в начале этого параграфа обозначениям, S есть множество реально осуществленных (или могущих быть

реально осуществленными) выражений, обладающих смыслом, обнаруживающимся в коммуникации и носящим внесубъективный характер; при этом элементы из S удовлетворяют требованию «грамматичности», то есть являются правильно построенными (S есть подмножество множества F).

Таким образом мы получаем следующую схему лексических определений понятий истин (семантических и номинальных).

Определение В. Будем говорить, что познающий субъект s_1 вводит для познающего субъекта s_2 явное *лексическое определение* понятия истины β , где β есть Dfd , через выражение $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, где $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ есть Dfn , в языке (множестве выражений) S , если

$$(1') S_{s_1}, S_{s_2} \subset S;$$

$$(2') I_{s_1} \cap I_{s_2} \neq \emptyset; I_{s_1} \cap I_{s_2} \neq I;$$

$$(3') \beta \in S_{s_1}; \beta \notin S_{s_2};$$

$$(4') \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in S_{s_1}; \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in S_{s_2};$$

$$(5') \beta \rightleftharpoons \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n) \text{ в } S_{s_1}, S_{s_2}, S.$$

Семантические определения понятий истин в том их значении, которое выражено колонкой 2(a2, b2, c2), и номинальные определения понятий истин в значении, описанном колонкой 3(a3, b3, c3), осуществляются на уровне выражений, обладающих внеличностным смыслом, способным передаваться в актах коммуникации (интерсубъективный и коммуникабельный лингвистический лексический смысл). Различие между этими двумя типами определений состоит исключительно в познавательно-прагматической ситуации, в которой находится воспринимающий агент. В одном случае познающий агент воспринимает определяемое понятие истины просто как знак, принадлежащий к определенному типу, — знак, значения которого он не постигает. Познание здесь имеет направление от имени к определяющему выражению и от него — к значению имени. В другом случае познание имеет направление от значения, которое известно, к определяющему выражению, имеющему это значение, и от этого выражения — к имени или символу, с помощью которого мы производим «сжатие» информации, содержащейся в определяющем выражении (рис. 5).

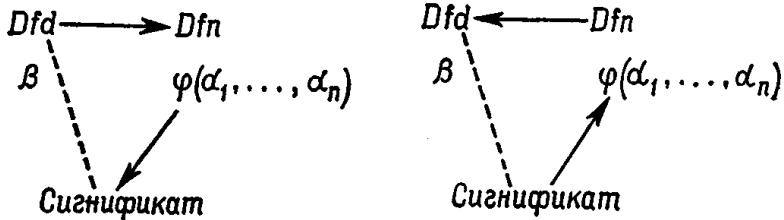


Рис. 5. Схемы семантического и номинального определений, наглядно передающие различие в направленности познавательного процесса в обоих случаях.

Переход от лексических, семантических или номинальных определений понятий истин к реальным, выполняющим выделяющую функцию в мире физических объектов, может быть совершен путем подстановки в Определение А на место L, I_{s_1}, I_{s_2} множеств V, V_{s_1}, V_{s_2} . Напомним, что под V имеется в виду множество выражений, описывающих истинные предложения, или множество имен, которым соответствуют предметы или события физической или социально-исторической реальности и которые выполняют функцию обозначения этих предметов.

Таким образом, можно ввести следующую схему для **реальных определений понятий истин, или определений понятий истин, отражающих внешние физические предметы или явления.**

Определение С. Будем говорить, что познающий субъект s_1 вводит для познающего субъекта s_2 реальное определение понятия β , где β есть Dfd , через выражение $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, где $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ есть Dfn , в языке (множестве выражений) V , если:

$$(1'') V_{s_1}, V_{s_2} \subset V;$$

$$(2'') V_{s_1} \cap V_{s_2} \neq \emptyset; V_{s_1} \cap V_{s_2} \neq I;$$

$$(3'') \beta \in V_{s_1}; \beta \in V_{s_2};$$

$$(4'') \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in V_{s_1}; \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in V_{s_2};$$

$$(5'') \beta \rightleftharpoons \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n) \text{ в } V_{s_1}, V_{s_2}, V.$$

Поскольку V — подкласс множества S , всякое реальное определение понятия истины формально является лексическим, номинальным или семантическим определением. Но реальное определение понятия истины, кроме того, требует выполнения дополнительного условия,

относящегося к семантическому аспекту выражений, а именно, требует, чтобы эти выражения имели денотативную, или референциальную, функцию.

4.5. Остенсивное усвоение имени понятия истины

Наша задача — проанализировать условия введения остенсивных определений понятий истин, то есть определений, детерминирующих процесс усвоения смысла понятия истины и путем указаний на предмет (истину), к которому оно относится. Мы рассмотрим также познавательные функции этого вида определений понятий истин и взгляды логиков по этому поводу, а также взаимоотношение остенсивных определений понятий истин с другими видами определений.

Термин «остенсивное определение» был введен в 1921 году Джонсоном. Под этими определениями Джонсон предложил понимать «...произведение имени в процессе введения в рассмотрение, предъявления или указания предмета, к которому оно прилагается».

Под остенсивным определением целый ряд авторов (У. Э. Джонсон, Б. Рассел, Ю. М. Бохеньский, Р. Робинсон, Д. П. Горский, П. Коус и др.) понимают прием установления смысла языкового выражения путем одновременного произнесения слов и указания на обозначаемый ими предмет.

Если я произношу слово «жираф» в присутствии собеседника (который, предположим, до сих пор не знал о существовании данного животного), когда этот собеседник, например ребенок, находясь в зоопарке, смотрит внимательно на некоторое животное, то это значит, что я осуществил для данного познающего субъекта **остенсивное определение термина «жираф»**.

Примеры подобных определений подобрать нетрудно. В обычной речи и деятельности они заключаются в использовании выражений вида «это есть...», сопровождаемых жестом, указывающим на называемый предмет, или же просто в произнесении имени предмета в то время, когда собеседник воспринимает этот предмет.

Легко заметить, что здесь понятие «определение» используется для описания других операций или приемов, чем в тех случаях, когда мы строим дискурсивно-пояснительные определения неизвестных нашему собеседнику понятий. Чтобы сделать очевидной разницу между этими значениями понятия «определение» и в особенности чтобы стало ясным, можно ли распространить понятие «определение» на операцию установления смысла слова путем указания предмета (истины), необ-

ходим более подробный анализ компонентов и этапов остенсивных определений.

4.6. Составные элементы и этапы остенсивного определения понятий истин

Во всяком остенсивном определении понятия истины содержатся следующие составные элементы: субъект логической деятельности s_1 — обучающий субъект; субъект логической деятельности s_2 , воспринимающий сообщение, идущее от субъекта s_1 — обучающийся субъект s_2 ; слово или выражение « a »; и предмет или событие a , к которому оно относится.

Операция остенсивного определения понятия истины предстает как операция детерминации отношения между этими составными элементами, которое будем обозначать как $R(s_1, s_2, \langle a \rangle, a)$. Результат операции остенсивного определения понятия истины состоит, как мы увидим в дальнейшем, в мысленном установлении связи между случаями появления предмета или события a и случаями появления знака « a ».

Для осуществления правильного остенсивного определения понятия истины в данном языке необходимы следующие условия.

(i) Обучающему субъекту s_1 из его предыдущего опыта должно быть известно правило или соглашение, согласно которому в языке L имеет место соединение выражения (или знака определенного типа) « a » с предметом или явлением, либо классом предметов или явлений a (*лингвистическое условие*).

(ii) Агент s_1 производит знак « a » (произносит словесное выражение « a ») тогда, когда в данном месте и в данный момент происходит физическое явление a (*онтологическое условие*, или условие одновременности).

(iii) Физическое воплощение явления a должно быть заметно невооруженным глазом или обнаруживаемо средствами наблюдения, имеющимися в распоряжении воспринимающего субъекта (*операциональное условие*).

(iv) Внимание воспринимающего субъекта должно быть сосредоточено на фиксируемом предмете, явлении или свойстве (*психологическое условие*).

(v) Агент s_1 воспроизводит знак « a » (или произносит имя « a ») при наличии явления a до тех пор, пока между этими двумя рядами процессов в уме агента s_2 не установится связь (*педагогическое условие*).

При наличии всех этих условий мы будем говорить, что субъект логической деятельности s_2 усвоил остенсивное определение понятия истины « a » для предмета a , если, и только если, появление предмета a связывается для s_2 с именем « a » и, наоборот, произнесение имени « a » ведет у s_2 к зрительному поиску и выделению названного предмета (когда предмет находится в поле восприятия субъекта s_2) или вызывает представление об этом предмете (когда предмет отсутствует).

Спонтанный переход от предмета к имени и от имени к предмету как конечный результат остенсивных определений понятий истин осуществляется в ходе процесса, имеющего *несколько фаз* и составляющего предмет исследования психологии, теории обучения и педагогики. Этот переход интересует также эпистемолога и логика в той мере, в какой они изучают процессы введения имен или предикатов.

Первая фаза ведет к тому, что s_2 начинает воспроизводить имя события или предмета (истины) при каждом их появлении.

Вначале внимание субъекта s_2 сосредоточено на предмете. Он спрашивает себя: «Что это?» или «Как называется?». На этом этапе переход преимущественно осуществляется от предмета (истины) (и образа предмета) к его имени. Агент s_2 производит какой-то знак, сопровождающий данное явление, или произносит « a », чтобы поименовать появление a . Следовательно, он приобретает умение *называть* данный предмет (истину) (когда встречается его) в соответствии с установленными в языке L соглашениями.

Отметим, что как a , так и « a » здесь обозначают классы событий (истин), а не индивидуальные события (истины); a обозначает класс индивидуальных физических событий $a_1, a_2, \dots, a_{n-1}, a_n, a_{n+1}, \dots$, которые мы подводим под родовое физическое событие, обозначаемое a ; « a » обозначает класс всех возможных случаев произведения или порождения соответствующего этим событиям знака.

Во *второй фазе* агент s_2 , отправляясь от появления знака, наделяет его некоторым значением, а именно ставит в соответствие знаку предмет (истину) или свое представление о нем (образ истины).

На этом этапе внимание познающего субъекта (s_2) сосредоточено на знаке или имени истины; он задается вопросом: «Что означает знак (или слово)?» Произнесенное в данный момент слово (или другой возможный знак) вводится в контекст предшествующего опыта познающего субъекта s_2 , выполняя тем самым *репрезентативную функцию*. Поскольку s_2 владеет именем предмета (истины) и умением воспроизводить это имя, он устанавливает в соответствии со своим чувственным и речевым опытом *значение*, или *денотат*, имени истины. В этот момент для s_2 возникает связь между случаями, когда

появляется данное физическое событие, и случаями, когда воспроизводится имя этого события. Воспринимающий субъект s_2 в равной степени способен осуществлять переход от предмета к имени и от имени к предмету. У предмета есть имя, и имя это имеет значение в языке обучающегося субъекта. Остенсивное определение понятия истины осуществлено.

Ситуация была бы довольно оптимистичной, если бы все сводилось к установлению этой двусторонней связи между элементами области обозначаемых физических событий и элементами области знаков. Дело, однако, весьма осложняется, если мы отказываемся от крайне идеализированных постулатов, предполагающих полное отвлечение от речевого опыта воспринимающего субъекта, а также от того факта, что языковой знак вступает в связь не только с самим получившим имя предметом — с денотатом, но и с образом денотата, а также с «концептом», или понятием, которое образовано нами о соответствующем классе явлений. В этом случае вместо двучленного отношения «имя — предмет» мы вынуждены оперировать с трехчленным или четырехчленным отношением (или по крайней мере принимать его во внимание, считая вышеизложенную трактовку лишь идеализированным приближением), **которое одновременно охватывает имя, именуемый предмет (истину), представление агента s_2 о предмете (истине) (а у него может быть множество таких представлений) и понятие истины или множество свойств и признаков, связываемых с данным понятием истины в языке данной научной дисциплины или в каком-то естественном языке.**

В первом приближении, анализируя остенсивные определения понятий истин, мы можем, однако, абстрагироваться от реальной сложности операции именования, поскольку определения понятий истин этого рода, как мы увидим, являются инструментом уточнения референциальной, или денотативной, функции языковых знаков, а не их смысла. Остенсивные определения понятий истин представляют собой неизбежный аспект усвоения начал индивидуального языка и, следовательно, необходимое условие введения развитых дискурсивных определений понятий истин.

Для *третьей фазы* остенсивных определений понятий истин характерно приобретение воспринимающим субъектом умения самостоятельно использовать остенсивно введенные понятия истин, в том числе в ситуациях, когда предмет (истина) не присутствует в области наблюдения и понятие истины не произносится собеседником. В процессе усвоения иностранного языка третья фаза соответствует активному овладению языком, когда субъект, пользуясь иностранным языком, не прибегает к операции перевода с родного языка на

иностранный и с иностранного на родной: акты его дискурсивного мышления осуществляются непосредственно в знаках и выражениях иностранного языка.

На этом этапе проявляются инициативность и творческий аспект познающего субъекта, а также относительная независимость конструкций в естественных языках. Исходное оstenсивно определенное понятие истины органически включается субъектом логической деятельности в создаваемые им цепочки языковых выражений, оно обрастает связями с другими понятиями. То, что раньше человеку впервые *показали*, теперь может быть им описано, объяснено, выведено. Новое понятие истины теперь может быть использовано познающим субъектом для дискурсивного определения других понятий истин его системы понятий или же может быть само определено дискурсивно. Этот момент соответствует переходу от восприятия и «живого созерцания к абстрактному мышлению...».

4.7. Познавательная ценность и функции оstenсивных определений понятий истин

Ostenсивные определения понятий истин служат для того, чтобы с помощью неязыковых средств вводить в словарь субъекта логической деятельности имена истин, выражения либо «схемы знаков» (то есть знаки, про которые известно лишь, к какому *типу* знаков они принадлежат). Это оказывается возможным, как мы видели, благодаря совпадению во времени физического события (предмета) и появления символа или словесного выражения — при условии, что обучающийся субъект воспринимает и то и другое: как предмет (истину), так и его имя.

Психологически оstenсивные определения понятий истин часто основываются на зрительных и звуковых восприятиях вместе, однако, могут быть оstenсивные определения понятий истин, основывающиеся на одном из этих видов восприятий, например зрении или слухе («это речевой ритм ямба», «это нота ля»). Возможны и визуальные оstenсивные определения понятий истин, когда, например, при проведении опыта в лаборатории или на заводе, вместо того чтобы вслух произнести название явления, которое привлекло внимание коммуникантов, его имя выписывается на бумаге.

Ostenсивные определения понятий истин — это определенный способ отношения познания к окружающей реальности, способ, связанный с воздействием человека на эту реальность и имеющий существенное значение.

Первая функция остенсивного определения понятий истин — это ***введение имени истины (явления или события), являющегося предметом непосредственного восприятия.*** Первоначально использование имени истины ограничивается воспринятыми или воспринимаемыми предметами; оно замыкается на них, когда идет речь об остенсивно определенных собственных именах истин. Если же речь идет о предметах общих имен истин, то соответствующий знак или имя повторяется для *различных* физических истин (предметов и событий) — истин, между которыми имеются определенные различия. Так, слово «конь» служит для именованья как рыжего, так и серого коня, как лошади для верховой езды, так и тяжеловоза (оно, следовательно, играет роль «схемы знака»). ***Здесь проявляется обобщающая функция слова, введенного остенсивно.*** Произнесенные слова или произведенный знак вначале обозначают воспринимаемое коммуникантами s_1 и s_2 индивидуальную истину (явление или событие) на основании того, что эти слова или знак совпадают по форме с другими словами и знаками, связанными остенсивно с соответствующими случаями восприятия индивидуальных физических истин (событий и предметов); в дальнейшем словесное выражение при его воспроизведении становится обозначением класса индивидуальных истин, причем не обязательно попавших в поле чувственного восприятия. Через слово или знак мы отходим от чувственно конкретного, от непосредственного контакта с индивидуальным предметом (истиной), подвергаем экзамену со стороны нашего мышления предметы (истины), лежащие за пределами наших чувственных восприятий, усваиваем социальный опыт.

Другая функция остенсивных определений понятий истин — ***определение денотата, или референта, знака или слова, использованного при определенных обстоятельствах, установление семантической стороны последнего способом, отличным от обычных языковых приемов.*** Эта функция осуществляется на *второй фазе*, описанной в предыдущем параграфе, и состоит в переходе от появившегося знака (соответственно от произнесенного в данный момент слова) к тому, что он представляет или описывает при соответствующих обстоятельствах. **Остенсивные определения понятий истин выполняют преимущественно обозначающую — референциальную, денотативную — функцию, а не интенциональную, не коннотативную.** Действительно, они ограничиваются *указанием на случай*, к которому применяется определяемое понятие истины или слово, дают *пример* использования понятия истины в данных обстоятельствах, не определяя строго ни

экстенционал (объем), ни интенционал (смысл) определяемого понятия истины. Они связывают собственное имя либо предикат с физическим предметом (истиной), который «здесь» и «сейчас» воздействует на наши органы чувств. В первом случае вводится *собственное имя истины* и с помощью внеязыковых средств уточняется его денотат. Во втором случае формулируется *экзистенциальное суждение*: предикат *P* соотносится с константой, также неспецифицированной лингвистически, но указанной практически. Об этом предикате воспринимающий субъект знает лишь то, что он применяется к конкретному случаю, специфицированному местоимением «этот». Он не имеет никакой информации об объеме *P*, не знает полностью области значений, удовлетворяющих *P*. Поэтому будем считать, что **остенсивные определения понятий истин нестроги, что они не разграничивают четко область предметов (истин) — не позволяя решить вопрос, к каким предметам (истинам) общее имя (предикат) применимо, а к каким — не применимо.** Исходная неточность остенсивных определений понятий истин в процессе естественной речи постоянно корректируется путем приложения определяемого понятия истины к другим случаям, а также путем исключения случаев неправильного его употребления. Б. Рассел отмечал, что для понимания процесса все более точного разграничения предметов, обозначаемых понятиями, вводимыми посредством остенсивных определений, можно осуществить моделирование этого процесса с помощью миллевских методов исследования причинных связей. Действительно, если ребенок, обучающийся родному языку, ассоциирует со словом «молоко» не только молоко, как таковое, но и форму бутылки, в которой он впервые увидел молоко, то затем в процессе последующих ассоциаций (когда молоко подается в тарелке и т. д.) он постепенно исключает из значения этого слова случайные обстоятельства (характер посуды, в которой подается молоко и т. п.). Наряду с этим по мере развития дискурсивного языка индивида и его использования в обычных процессах коммуникации происходит постоянное согласование понятий индивидуального словаря с их значениями в стандартном языке коллектива, к которому принадлежит индивид. Это приведение в соответствие собственного языка с коллективным осуществляется на первом этапе стихийно — как результат наблюдения индивида за так называемыми **контекстуальными, или неявными, определениями понятий** в речи собеседников, позднее же оно происходит с помощью явных лексических и переквалифицирующих семантических определений. Наконец, следует отметить, что остенсивные определения понятий истин, неизбежные как один из исходных пунктов познания на

индивидуальном уровне, непригодны для введения понятий истин, возникающих на более развитых этапах усвоения научных знаний. Трудно, если не невозможно, ввести остенсивно число 1015 или остенсивно определить «скорость электрона» и т. д. Трудно предположить, что, показывая собеседнику какую-то установку и говоря «Это вычислительная машина», мы тем самым предоставляем ему критерии, достаточные, для того, чтобы он в других обстоятельствах не спутал вычислительную машину с иной установкой, лишь внешне похожей на ЭВМ.

4.8. Различные взгляды на остенсивные определения

В оценке логического статуса остенсивных определений мнения специалистов расходятся. Включение или исключение этих определений из пределов логики зависит прежде всего от определения того, что такое определение. Если мы будем вслед за Аристотелем считать, что определение должно производиться через ближайший род и видовое отличие и что операция определения предполагает раскрытие сущности предмета (истины), то, конечно, остенсивные определения не будут относиться к области логики, поскольку они не раскрывают содержания определяемого понятия и, более того, даже не фиксируют его объем.

К тому же выводу (хотя и с иным обоснованием) мы придем, если примем точку зрения Дж. Локка, согласно которой определение служит для выражения сложных идей через простые и для указания значения отдельно взятого слова при помощи нескольких других несинонимичных с ним терминов. Ибо в остенсивных определениях делается попытка установить значение слова с помощью внелингвистических средств, то есть средств иных, чем те, которые допускались Локком для операций определения.

А. Чёрч считает, что **исследование остенсивных определений не относится к области логики**; вместе с тем он отмечает, что они являются предпосылками логики, ибо только через них знаки языка соотносятся с предметами (objective reference). Чёрч выделяет особый вид остенсивных определений, связанных с установлением смысла указательных имен типа «я», «ты», «здесь», «этот», «сейчас», «вчера», «завтра», «близко», «далеко» и др., называя их *неявными остенсивными определениями*. Для этих определений характерна **изменчивость смысла** — зависимость значений определяемых имен от каждого нового обстоятельства, в которых они

применяются. Изменяя свое значение, указательные местоимения меняют и истинностное значение предложений, в которые входят («Вчера была хорошая погода» — это высказывание в одном случае может быть истинным, в другом — ложным). Б. Рассел понятия этого рода называет «эгоцентрическими», ибо они касаются того, кто произносит слова, и не имеют постоянного смысла; **стремясь к объективации, научный язык (язык истин) исключает эгоцентрические понятия.**

В статье «О видах определений и их значении в науке» Д. П. Горский характеризует процесс остенсивного определения смысла понятия как «...процесс превращения незнакомых для слушающего звуков или их сочетаний в знаки, имеющие значение». По мнению Горского, сочетание звуков *З* становится знаком языка, обозначающим предмет *П*, в том случае, когда *П* может быть заменен на *З* и при этом у слушающего будут возникать те же реакции, что и в случае непосредственного воздействия предмета *П*. В общих чертах это соответствует той части процесса установления имени объекта, которая описана выше как первая фаза. Разница состоит лишь в том, что для Горского — как и для Рассела, — и предмет *П*, и замещающий его знак *З* имеют в качестве значения иное событие, а именно — реакцию *R* воспринимающего субъекта на появление предмета *П* или знака *З*. В этой интерпретации понятия значения знака *З* нетрудно заметить определенное влияние теории условных рефлексов И. П. Павлова и «поведенческой» установки в психологии, исходящих из связи стимула (в нашем случае таким стимулом оказывается одновременное присутствие физического объекта и звуковой оболочки слова) и поведения (в трактовке, данной Расселом и Горским, таким поведением является реакция *R*, понимаемая как значение знака *З*).

В работе «Проблема значения (смысла) знаковых выражений как проблема их понимания» Д. П. Горский высказывает взгляд, что знаковое выражение имеет смысл или значение, если для него могут быть даны правила введения и правила исключения. Для остенсивных определений такими правилами являются следующие: 1) обучающий демонстрирует ситуацию, показывает предмет, оперирует с ним и употребляет соответствующее знаковое выражение (правило *введения*); 2) обучаемый находит предметы по их именам и описаниям, выполняет определенные действия, когда воспринимает известные предложения-предписания, отыскивает ситуации, соответствующие контекстам (правило *исключения*).

Эти правила соответствуют описанным выше двум основным ситуациям: переходу от предмета к имени и от имени к предмету. В сравнении с предыдущей статьёй об определении в работе Д. П.

Горского 1967 г. вносится ряд новых моментов. Во-первых, автор рассматриваемой статьи справедливо считает, что по своей логической характеристике остенсивные определения можно отнести к типу семантических определений, не забывая вместе с тем, что они осуществляются в процессе практической деятельности, оперирования с предметами. Во-вторых, он высказывает мысль, что остенсивно могут усваиваться не только отдельные имена или предикаты, но и более сложные знаковые выражения, включая их синтаксические структуры. И наконец, следует отметить идею Д. П. Горского о возможности остенсивного усвоения некоторых неповествовательных высказываний, в частности повелительных предложений.

Если рассмотреть отношение Д. П. Горского к остенсивным определениям через призму понимания им понятия «определение», то получится (вопреки взгляду А. Чёрча, к которому Горский присоединяется), что остенсивные определения не выходят за границы понятия «определение», так как являются приемом, позволяющим устанавливать значение понятия и отыскивать интересующие нас предметы. (Горский учитывает особый статус этих определений, и именно этим объясняется отдельное рассмотрение им остенсивных определений в вышеупомянутой статье.)

Другие логики (У. Э. Джонсон, Б. Рассел, Р. Робинсон, Ю. М. Бохеньский, М. Скрайвен, П. Коус, А. Пап, П. Уэлш) понимают **остенсивные определения как прием, позволяющий устанавливать смысл (значение) понятия или выражения**. Они обосновывают свое понимание остенсивных определений, опираясь на весьма широкое толкование понятия «определение». По мнению Робинсона, Бохеньского, Скрайвена, Уэлша, **определение** — это любой процесс или операция, с помощью которой индивид сообщает другому индивиду смысл символа, будь этот символ словом или чем-нибудь другим.

Определение по Горскому **«Определение есть логический прием, позволяющий отличать, отыскивать, строить интересующий нас предмет, позволяющий формировать значение вновь вводимого термина или уточнять значение уже существующего слова в языке»** («О видах определений и их значении в науке»).

Определение по А.Е. Кононюку:

Формальное определение (истины).

Определение – есть процесс описания истины как системы (объектной, процессной), которую можно формально отобразить (описать) в виде кортежа:

$\langle \Omega, X, T, U, M, V, E, Y, G, [t_0-t_1], \rho, \gamma, \xi \rangle$

где Ω – пространство состояний истин,

X – множество признаков и свойств, описывающих состояния из Ω истин и принимающих свои значения в своем множестве значений $\{V_j\}$,

T – время (дискретное или непрерывное),

U – пространство жизнеобеспечивающих процессов существования истин,

M – множество материальных (объектных) истин,

V – пространство движений (абсолютных, относительных) истин,

E – энергетическое пространство истин,

Y – пространство выходных значений характеристик истин,

G – пространство жизненных циклов истин,

$[t_0-t_1]$ – пространство интервалов жизненных циклов истин,

$\rho: (\Omega \times T) \times U \times T \rightarrow \Omega$ – отображение, описывающее динамику изменения истин, состояния истин; реакцию истин, находящихся в конкретном динамическом состоянии на воздействия из окружающего пространства;

$\gamma: \Omega \times T \rightarrow Y$ – выходное отображение, описывающее процесс поведения истины (получение оценок, мнений и т.д.);

ξ – некоторые внешние факторы, условия и т.д., оказывающие влияние на динамику истины (иногда могут также описываться характеристиками из X).

Рад авторов считают, что природа определения не требует сама по себе использования исключительно лингвистических средств. Чтобы установить смысл (значение) слова или символа, допускаются и практические операциональные и чувственно-интуитивные приемы. Мы можем сообщить кому-то значение понятия, показывая обозначаемые им предметы или явления или же формулируя операциональный критерий, позволяющий установить принадлежность или непринадлежность предмета к классу предметов, обозначаемому понятием. Очевидно, что при таком подходе остенсивные определения по праву относятся к области логики.

Робинсон считает, что остенсивные определения могут быть включены в категорию определений типа «слово — предмет», а Коус относит их к категории «внешних определений», то есть таких определений, которые выходят за пределы научной теории и словаря, в котором она сформулирована. Стремление умалить значение остенсивных определений, утверждает Р. Робинсон, это заблуждение тех, кто очарован волшебной страной логических систем, оторванных от опыта.

Р. Робинсон различает шесть способов оstenсивного введения понятия: 1) формирование у обучающегося общего умения пользоваться знаками; 2) произнесение слова, когда обучающийся сосредоточил свое внимание на именуемом предмете; 3) способ, когда одновременно производится явление, произносится слово и жестом указывается на явление; 4) способ, когда одновременно производится явление, произносится слово, делается указательный жест и все это сопровождается указательными выражениями типа «Это...»; 5) апелляция к предыдущему восприятию обучающегося субъекта в ситуации, когда называемый предмет отсутствует; 6) произнесение имени предмета при наличии рисунка или какого-либо изображения этого предмета.

За исключением первого пункта, который описывает не специальный прием, а общее условие, пункты 2) — 6) характеризуют различные ситуации передачи с помощью лингвистических средств смысла слова познающему субъекту, взаимодействующему с окружающей средой, что представляет несомненный интерес для гносеологии и теории обучения.

Первостепенная познавательная функция оstenсивных определений, по мнению Робинсона, — это введение собственных имен, а также многих общих имен, введение, основанное на апелляции к действительности, что является предпосылкой введения номинальных определений уже другими способами. Робинсон допускает, что одни и те же понятия могут быть определены оstenсивно и аналитически (например, круг, квадрат и т. д.) или оstenсивно и синтаксически. Он ставит важную гносеологическую проблему: каким образом неostenсивные типы определений (аналитические, синтетические и т. д.), в основе которых лежат оstenсивно введенные понятия, то есть понятия, имеющие довольно низкий уровень четкости, способствуют достижению высокого уровня строгости? Робинсон заявляет, что он не готов ответить на этот вопрос. **Не приводя здесь подробной аргументации, можно сказать, что ответ следует искать в процессе коммуникации людей: в исключении в нем ошибок индивидуального оstenсивного познания, в стандартизации употреблений понятий в ходе практической деятельности.**

Оstenсивное определение в своем самом элементарном виде предстает перед нами как указание предмета вместе с произнесением его имени. Оно выполняет, по мнению Коуса, две функции: *называет* элемент восприятия (в нашем анализе это соответствует первой фазе, то есть **переходу от предмета и его образа к имени предмета**) и *определяет* понятие, используемое в качестве имени. Несомненно, в этом случае воспринимающий субъект может, не слишком рискуя ошибиться,

узнать собственное имя воспринимаемого предмета, или имя класса, к которому этот предмет относится, или имя свойства предмета. Маловероятно, однако, чтобы воспринимающий субъект в единичном акте остенсивного познания получил более точное понятие о *классе* предметов, к которому прилагается понятие, произносимое обучающим. Произнесение имени, например предиката *P*, в связи с индивидуальным случаем, к которому он применяется, как мы видели ранее, *не определяет*, а лишь *иллюстрирует* предмет. Единственное, что может узнать воспринимающий субъект в результате применения этого приема, это то, что предикат *P* приложим к индивидуальным предметам наблюдаемого вида или что есть случай, когда *P* выполняется. **Но определения должны ограничивать, давать возможность отличать предметы, обладающие свойством *P*, от предметов, этим свойством не обладающих.** Остенсивное объяснение смысла определяемого понятия не дает четкого описания класса предметов, к которым применимо это понятие. Отсутствие информации о точных границах объема и об интенционале понятия — неизбежные недостатки остенсивных определений.

Все же, сколь бы ни был несовершенен этот способ, он играет большую роль в познании, представляя собой путь получения исходного словаря, базовых понятий в естественных языках, предпосылку введения (с помощью дескриптивных, перекалифицирующих, семантических и т. д. определений) понятий конкретных наук.

В работе «Человеческое познание» Б. Рассел посвящает отдельную главу анализу природы и роли остенсивных определений. Он называет остенсивным определением «процесс, благодаря которому человек любым способом, исключая употребление других слов, научается понимать какое-либо слово». Рассел также утверждает, что остенсивное определение состоит из «повторного употребления какого-либо определенного слова лицом *A*, в то время когда то, что это слово обозначает, занимает внимание другого лица, *B*. (Мы можем допустить, что *A* есть кто-либо из родителей, а *B* — ребенок). Сравним эти определения Рассела.

В первом определении утверждается *нелингвистический* характер приемов, с помощью которых воспринимающий субъект усваивает значение определяемого понятия. Таким образом, перед нами отношение понятий не с самим собой, а с предметами и действиями внешнего мира. Такого рода отношения, как мы уже отмечали, принадлежат области семантики. В первом определении примечательно также *отнесение теории определения к акту обучения* и особенно к *проблеме понимания*. Уже нет необходимости доказывать

важность разработки зрелой теории понимания значения, смысла, содержания используемых нами слов.

Второе определение уточняет, что *остенсивное определение дается в рамках коммуникативно-обучающего процесса*. Элементами этого процесса, как мы видели ранее, являются: обучающий субъект; воспринимающий (или обучающийся) субъект; предмет, событие или операция, привлекающая внимание воспринимающего субъекта; знак или словесное выражение, произнесенное обучающим субъектом.

Из второго определения Рассела также вытекает, что акт остенсивного определения выполняется в определенное время, что он предполагает одновременность двух событий (физического события *a* и воспроизведения его имени «*a*») и что для фиксации определения необходимо некоторое число повторений. По мнению Рассела, повторение необходимо для остенсивного определения, поскольку такое определение предполагает создание привычек, а привычки, как правило, приобретаются постепенно. Здесь очевидно родство проблематики остенсивных определений с психологическими исследованиями. Б. Рассел различает два типа остенсивных определений: ***полностью остенсивные определения — таковы определения, с помощью которых мы усваиваем первые слова родного языка, — и частично остенсивные, которые мы усваиваем под влиянием определенной ситуации, в которой появляется предмет и его имя в иностранном языке***; в последнем случае мы уже владем одним естественным языком — родным, и нам известно также какое-то имя наблюдаемого в данный момент предмета или явления.

Слово «вода» усваивается ребенком, для которого родной язык — русский, полностью остенсивно через ассоциацию с случаями наблюдения соответствующей жидкости; слово же «water», выученное тем же ребенком после произнесения этого слова англичанином, когда тот ему предлагал стакан воды, усвоено частично остенсивно. В последнем случае, помимо семантического отношения слова и обозначаемого предмета, может возникнуть синтаксическое отношение, отношение взаимозаменяемости и семантической эквивалентности между словами «вода» и «water». Установление значения слова «water» через его эквивалентность со словом «вода» выходит за пределы остенсивного познания, так как включает приемы дискурсивного познания.

Роль остенсивных определений по мнению Рассела состоит в том, что они вводят минимальный словарь, отправляясь от которого, мы затем строим словарь современных языков и научную терминологию.

Следует указать на существенное различие между тем, как понимается понятие «определение» в «Principia mathematica» Уайтхеда и Рассела, и

тем, как Рассел использует этот термин в книге «Человеческое познание». В «Principia» авторы вообще имеют в виду синтаксические определения с функцией сокращения, являющиеся вспомогательным средством в исчислении (когда Dfd и Dfn взаимозаменяемы); в упомянутой же гносеологической работе Рассел называет определениями приемы, посредством которых некоторый агент усваивает смысл (значение) понятия, используя, в частности, и лингвистические средства. Очевидно, что рассматриваемый тип определений — остенсивные — не удовлетворяет условию элиминированности и не может выполнять поэтому «вычислительные» синтаксические функции, характерные для определений в аксиоматических системах. Мы видим в этом непостоянстве понимания понятия «определение» не столько непоследовательность, сколько попытку сделать понятия логики более пригодными для объяснения механизма научного познания.

4.9. Семиотический подход к остенсивным определениям понятий истин

Какие выводы можно сделать из приведенного выше анализа и сопоставления различных точек зрения? Каково место и роль остенсивных определений в логико-эпистемологическом исследовании?

Ответ на такого рода вопросы будет зависеть главным образом от того, что мы понимаем под «определением» вообще и, в частности, под «определением понятия истины», а также от того, как мы понимаем процесс построения определения. Мы присоединяемся к мнению тех авторов, которые считают, что процесс построения определения следует рассматривать в трех аспектах: логическом, гносеологическом и лингвистическом. Их интеграция может быть обеспечена использованием семиотических, семантических и прагматических понятий. Поэтому для понимания процесса построения определения необходимо сначала охарактеризовать язык, на котором дается определение, и особенно индивидуальные языки субъектов логической деятельности — говорящего s_1 и воспринимающего s_2 , выявить отношения, существующие между используемыми для определяемого (Dfd) и определяющего (Dfn) лингвистическими знаками и субъектами логической деятельности (прагматический аспект построения определения — R_p) — с одной стороны, и между Dfd и Dfn и обозначаемыми ими предметами или сущностями (семантический аспект построения

определения — R_{sem}) — с другой стороны, а также взаимоотношения между прагматическим и семантическим аспектами (порождающие синтаксический аспект — R_{syn}).

При таком подходе процесс построения определения предстает перед нами как **коммуникативный процесс**, развивающийся в рамках данного языка между говорящим и воспринимающим, процесс, в котором говорящий воссоздает для воспринимающего значение определяемого понятия с помощью сочетания знаков, значения которых понятны воспринимающему.

Пусть Σ_{def} — коммуникативный процесс определения, a — называемый предмет, или денотат, имени a , которое мы хотим определить (a есть Dfd), и $\varphi(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$ — понятия и отношения, используемые в определяющем. Состав дискурсивного определения с референциальной функцией может быть выражен записью:

$$\Sigma_{def} = \langle R_{sem}, R_{syn}, R_p, s_1, s_2, a, a, \varphi(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n) \rangle. \quad (1)$$

В этом случае *семантические* отношения можно записать в виде:

$$aR_{sem}a, \quad (2)$$

$$\varphi(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)R_{sem}a, \quad (3)$$

и читать « a обозначает предмет a » и « $\varphi(\beta_1, \dots, \beta_n)$ обозначает предмет a ». Для семантического отношения используется также знак \underline{a} .

Синтаксическое отношение имеет вид:

$$aR_{syn}\varphi(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n), \quad (4)$$

что читается «Выражение a может быть заменено выражением $\varphi(\beta_1, \dots, \beta_n)$, и наоборот». Синтаксическое отношение в рамках определения обозначается также символами \rightleftharpoons и $=_{Df}$.

Прагматические (или, при некоторой интерпретации, гносеологические) отношения таковы:

$$s_1R_p a, \quad (5)$$

$$s_1R_p\varphi(\beta_1, \dots, \beta_n), \quad (6)$$

$$s_2R_p\varphi(\beta_1, \dots, \beta_n). \quad (7)$$

Эти записи читаются соответственно как: «Агент s_1 знает и использует понятие a »; «Агент s_2 знает и использует выражение $\varphi(\beta_1, \dots, \beta_n)$ »; «Агент s_2 знает и использует выражение $\varphi(\beta_1, \dots, \beta_n)$ ».

В силу (2), (3), (4), с одной стороны, и (7) — с другой, имеем:

$$s_2R_p a, \quad (8)$$

что читается: «Агент s_2 знает и использует понятие α ». Иными словами, α приобрело значение в словаре агента s_2 .

Перейдем теперь к остенсивным определениям. Отметим сначала, что они, по крайней мере в случае определений, полностью остенсивных, не совершаются в рамках уже установленного языка, — они являются операциями построения языка или, по выражению Рассела, средствами введения минимального словаря.

В пределах остенсивных определений понятий истин символ или понятие истины появляется как элементарная языковая единица. Сам символ еще не составляет языка, он является лишь предпосылкой его возникновения. **Моррис определил язык как совокупность знаков, для использования которых установлены семантические, синтаксические и прагматические правила**. У остенсивных определений отсутствует синтаксическое отношение, ибо замещению в этом случае может подлежать единственное понятие α , а это может приводить лишь к рефлексивному отношению $\alpha \rightleftharpoons \alpha$.

Состав коммуникативного процесса, в рамках которого осуществляется остенсивное определение, может быть представлен записью:

$$\Sigma_{def. ost} = \langle R_{sem}, R_p, s_1, s_2, \alpha, \alpha \rangle, \quad (1')$$

причем

$$\alpha R_{sem} \alpha, \quad (2)$$

$$s_1 R_p \alpha; \quad (5)$$

это выражает тот факт, что говорящий субъект знает и использует понятие α , имеющий в качестве денотата предмет a .

Поскольку в остенсивном определении нет имен β_1, \dots, β_n и операции ϕ , для воспринимающего субъекта остаются совершенно неиспользуемыми отношения (3) и (4); эти отношения не дают ему никакой информации ни о предмете a , ни об имени α . Отношение (6), когда оно выполнено для s_1 , также не может быть использовано агентом s_2 . Для s_2 невыполнимо и отношение (7), ибо иначе он был бы способен к восприятию дискурсивного определения, в котором значение выражения воспроизводилось бы благодаря знанию значений выражений β_1, \dots, β_n и логической операции ϕ .

У s_2 остается единственная возможность — установление остенсивного отношения, то есть непосредственного восприятия как физического предмета a , — денотата понятия α , так и понятия α . Это можно записать как:

$$s_2 R_{ost} a, \quad (9)$$

$$s_2R_{ost}\alpha. \quad (10)$$

Отношение (9) описывает то, что в психологии называется чувственным восприятием, отношение (10) также описывает чувственное восприятие, но физического предмета или события, функционирующего в рамках некоторого языка (на котором говорит коммуникант s_1) как знак предмета α . Первоначально звуковое выражение α не имеет никакого рефлекторного значения для коммуниканта s_2 ; оно воспринимается им только как физическое явление. Его одновременность с воспринимаемым предметом, *повторение* этого выражения в конечном итоге приводит к тому, что воспринимающий субъект ассоциирует звуковой комплекс с воспринимаемым событием или предметом; при этом воспринимаемое словесное выражение становится знаком воспринимаемого образа или самого предмета. Так нелингвистическим путем достигается отношение (8).

Вышеприведенное сравнение дискурсивных и остенсивных определений позволяет сделать следующие выводы.

1. Остенсивные определения не относятся к логике, ибо процесс их введения не включает формальное, синтаксическое отношение между определяемым понятием α и другим выражением: $\varphi(\beta_1, \dots, \beta_n)$. В них просто нет определяющего. Указываемый предмет— это не выражение, определяющее имя α , а его денотат.

2. **Остенсивные определения представляют собой начальный процесс — процесс установления семантического аспекта собственного имени или предиката для воспринимающего сообщение субъекта логической деятельности; эти определения суть элементарная форма фиксирования в знаке информации о внешнем мире.** В рамках этих определений на уровне психической деятельности воспринимающего субъекта **устанавливается связь «в обе стороны» между именем и именуемым им предметом (истиной)**. Переход от предмета к имени или отнесение звукового (или графического) знака к воспринимаемому предмету является *остенсивной операцией именованя*. Переход от имени к именуемому им предмету является *операцией остенсивного установления денотата имени*. После усвоения имени субъектом логической деятельности воспроизведение имени в присутствии предмета является *актом узнавания*.

3. **Остенсивные определения — это результат процесса введения исходных лингвистических правил и соглашений;** они необходимы в процессе формирования индивида как субъекта логической деятельности. На начальной стадии его обучения они

неизбежны. В то же время остенсивные определения — это путь *расширения класса тех субъектов логической деятельности*, которые знают и используют данное понятие.

4. Поскольку остенсивные определения вводят исходные имена, являются *первоначальным условием использования других типов определений* и выполняют некоторые функции собственно определений (например, фиксируют — хотя бы и приблизительно — денотат определяемого понятия), их можно назвать *протоопределениями*.

5. Хотя они играют существенную роль на начальном этапе формирования понятий истин, было бы ошибкой считать, что остенсивные определения совершенно отсутствуют на развитых ступенях познания. Напротив, они часто сопровождают наши дискурсивные определения, удовлетворяя нашу потребность в интуитивно-понятном, конкретном, осязаемом.

6. Об отношении остенсивных определений понятий истин к остальным типам определений можно сказать следующее. Остенсивные определения понятий истин сходны с реальными, поскольку и те и другие устанавливают денотат понятия истины. Используемые в науке реальные определения понятий истин, однако, выражены в развитой дискурсивной форме, когда значение определяемого раскрывается в определяющей части через другие понятия, известные воспринимающему субъекту. **Реальное определение понятия истины — подобно номинальному, от которого оно формально не отличается, — может быть представлено как отношение эквивалентности между двумя предикатными функциями: определяемым и определяющим, причем в этом отношении используется квантор общности.** Остенсивное определение понятия истины не порождает общего правила применения имени, оно лишь иллюстрирует правильные случаи его применения. Субъект остенсивного определения понятия истины, через который остенсивно определяется предикат (скажем, «синее»), всегда является выражением, передающим нечто индивидуальное («Это есть...»; вместо «это» может стоять собственное имя).

Остенсивные определения понятий истин близки семантическим определениям в том отношении, что они выступают как первая возможность установления семантического аспекта знаков. Они — форма или наиболее чистое выражение семантических определений, ибо в них совершенно отсутствует синтаксический аспект. Что касается взаимоотношения остенсивных определений понятий истин с синтаксическими, то первые выступают как предварительное условие вторых. Взаимозаменяемость двух вы-

ражений как типично синтаксическая операция имеет в естественном языке семантическое основание: **их экстенциональное или интенциональное тождество**. Между тем, как мы видели, **остенсивные определения понятий истин являются необходимым путем для первоначального установления семантического аспекта знаков**. Будучи процессом «соединения» имени с предметом, остенсивные определения, конечно, сходны с номинальными. Различие между ними проистекает лишь из того, что последние используют для этого *другие имена*, уже известные воспринимающему субъекту, а первые вводят исходные имена с помощью неязыковых средств. Можно говорить и об *остенсивно-операциональных* определениях, в которых операция установления денотата имени допускает использование специальных средств наблюдения.

7. Не принадлежа к формальной логике, теория остенсивных определений тем не менее явилась переломным пунктом в исследовании *развития* логических форм и выражений. **Теория эта находится на пересечении таких традиционных наук, как психология, теория познания, лингвистика, педагогика и логика**. При исследовании остенсивных определений могут быть использованы результаты экспериментальной психологии и теории обучения и особенно исследований в области генетической, семиотической и герменевтической эпистемологии.

5. Операциональные определения понятий ИСТИН

Хотя теория определений имеет историю, насчитывающую более 2400 лет, **понятие операционального определения — продукт последних семи десятилетий**. Выделение операциональных определений — следствие широкого развития экспериментальных и количественных методов физики, логико-методологического влияния этих методов на технику определения и измерения, а также на понятийный аппарат науки.

Вопрос об операциональных определениях вызывает многочисленные дискуссии. Некоторые логики и специалисты в конкретных науках (Бриджмен, Франк, Карнап и др.) защищают их **как единственную или главную возможность поставить систему понятий науки под контроль практики и эксперимента**. Другие (Бунге, Вильсон и др.) категорически отвергают их как искусственные построения тех, кто занимается философией науки. На наш взгляд, **операциональные**

определения, предполагающие использование экспериментальных средств, являются эффективным способом решения вопроса о том, выполним или нет предикат (отношение или количественная характеристика) в рассматриваемом случае или множестве случаев. Особенность операциональных определений состоит в том, что *семантическое* решение здесь опосредовано экспериментом и действием. Теория операциональных определений находится, таким образом, в точке пересечения *логической семантики с праксеологией или теорией действия.* Следовательно, представляется правомерной попытка объяснить структуру и особенности операциональных определений, исходя из понятий этих двух дисциплин.

На базе понятий семиотики и логической семантики могут быть объяснены отношения между определяющим и определяемым выражениями, роль индивидуального языка в акте определения, взаимоотношения и взаимопереходы между реальными и номинальными определениями, между определениями семантическими и синтаксическими и т. д. Однако не все аспекты определений поддаются такому истолкованию. Прежде всего в рамки одного лишь семиотического подхода не укладываются остенсивные и операциональные определения. Чтобы охватить единой теорией и эти типы определений, надо дополнить или расширить семиотическую точку зрения. Остенсивные и операциональные определения не осуществляются исключительно в рамках языка; они с необходимостью включаются в контекст деятельности, жестко связаны с агентами действия, предметами, средствами, операциями и результатами действия; они соединяют смысл слов с действием и поведением.

Изучение основных понятий теории действия, а также постоянный интерес к общей теории определения позволили взглянуть на проблематику операциональных определений как на вопросы, возникающие на пересечении логической семантики с праксеологией.

Основная идея данного раздела заключается именно в том, чтобы применить некоторые понятия праксеологии, или теории действия, к объяснению механизма и статуса операциональных определений понятий истин.

Приводимая интерпретация операциональных определений понятий истин отличается от большинства точек зрения, имеющих в литературе. Одно из этих отличий состоит в проведении четкой границы между операциональными определениями понятий истин и операциями измерения. Вместе с тем предлагается характеристика взаимосвязи лексических и операциональных определений понятий истин и формулирование «предельных условий», при которых ряд

операциональных определений понятий истин, касающихся одного и того же класса предметов (истин), может быть преобразован в единое лексическое определение понятия истины. Более того, можно считать, что операциональные определения понятий истин постоянно используют лексические средства; они лишь добавляют к ним прагматологические приемы.

Анализ основных компонентов операциональных определений понятий истин предоставляет в наше распоряжение критерии классификации последних. При этом обнаруживается стихийная тенденция к введению определенного рода понятий истин посредством ссылки на использование их денотата в каком-то контексте действия.

Приводимая интерпретация определения понятия истины позволяет сделать некоторые выводы философского характера, например касающиеся интерпретации понятий практики и объективной истины.

5.1. Операциональные определения понятий истин и операционализм П. У. Бриджмена

Операционализм как методологическое направление, требующее связывания теоретических понятий, включаемых в теорию, с экспериментальными методами и приемами, возник в конце 20-х годов XX столетия. Он во многом родствен эмпирической философии науки той эпохи. Классической операционалистской работой стала «Логика современной физики» П. У. Бриджмена (1927).

Бриджмен выдвинул взгляд, что смысл научного понятия следует устанавливать путем указания операции проверки, в результате которой мы получаем критерии, позволяющие решать, применимо или не применимо некоторое научное понятие для характеристики данного случая.

Смысл понятия, по мнению Бриджмена, устанавливается лишь после выявления связанной с ним операции. «Понятие длины, — пишет П. У. Бриджмен, — фиксировано поэтому тогда, когда фиксирована операция измерения длины. Таким образом, понятие длины означает не более и не менее, как множество операций, с помощью которых определяется длина; *понятие [concept] есть синоним соответствующего множества операций*».

Сведение смысла понятия к множеству операций подводит нас к новой теории имени и понятия. **Обычно под определением понятия понимается определение как его интенционала, так и экстенционала.** Но в случае операциональных определений мы не определяем вполне ни интенционала, ни экстенционала рассматри-

ваемого понятия. Определяется лишь то, приложимо или нет данное понятие к рассматриваемым случаям, и, как максимум, теоретически предписываются экспериментальные условия его приложения к возможному множеству случаев.

Бриджмена не занимают взаимоотношения операционально введенного теоретического понятия с множеством других понятий, составляющих понятийную сеть теории, хотя он и сознает внутреннюю взаимосвязь и единство понятий науки. Он находится во власти методологической идеи о тесном единстве теоретического и экспериментального аспектов. **С этой точки зрения цель операционализма — десубъективизация понятий науки (в особенности физики), стремление обосновать их с помощью действия и эксперимента.** Такая тенденция вполне отвечает духу науки и не чужда материалистической теории познания. Однако, несмотря на «прагматический» характер этой идеи, Бриджмен не сумел дать удовлетворительного разъяснения способов, которыми в науку вводятся **понятия с объективным информационным содержанием**, преодолевающим субъективность познающих агентов, не объяснил операций, которые они осуществляют и которыми управляют. Результат, к которому он приходит, скорее противоположен поставленной им цели, ибо его выводы несут на себе печать гносеологического релятивизма и скептицизма.

Присоединяя к каждому понятию определенное множество операций и превращая это множество и соответствующие результаты в показатель применимости данного понятия, Бриджмен оказывается вынужденным разъединить, разорвать на части некоторые единые понятия на том основании, что их можно охарактеризовать, каждое, с помощью ряда различных операций. Так, Бриджмен отличает понятие длины, получаемое с помощью осязания, от оптического или акустического понятия длины. Серии операциональных понятий Бриджмена еще более расширяются в результате принятия так называемых «операций, совершаемых карандашом на бумаге», которые, различным образом комбинируясь с материальными операциями, порождают новые ряды понятий. Бриджмен приходит к выводу, что существует столько же понятий длины, массы, энергии, времени, скорости, ускорения и т. д., сколько имеется множеств физических или интеллектуальных операций (операций «карандашом на бумаге»), посредством которых можно определить значения, получаемые этими величинами в различных конкретных случаях. Так мы приходим к чрезмерному «рассеиванию» понятий науки, к их жесткой зависимости от выбора операций проверки.

Отправляясь от тех же фактических предпосылок, а именно от возможности отождествления предметов (истин) посредством

применения некоторых рядов операций, сделаем иной вывод, — вывод не о существовании *нескольких* предметов, **а о существовании независимого от личности, объективного информационного содержания понятия истины, выявляющегося, в частности, благодаря совпадению экспериментальных результатов в «операциональных пересечениях».** Но что такое *операциональное пересечение*? Брайджмен не употребляет такого понятия, хотя операциональное пересечение неявно содержится в некоторых его примерах и вполне согласуется с некоторыми его утверждениями. Понятие, пишет Брайджмен, должно применяться исключительно для квалификации тех предметов и событий, над которыми возможны эффективные проверочные эксперименты. Для тех частей универсума, которые еще не подвергались данному эксперименту, понятие остается неопределенным, оно не может быть здесь применено. Брайджмен, однако, считает, что если мы все же хотим использовать понятие для характеристики некоторых предметов из новой области универсума, то мы должны найти также другое множество операций (реализуемых как в старой, так и в новой области универсума), которое дало бы возможность выделить в обеих областях те случаи, к которым применимо множество операции, связанных с исходным понятием. В дальнейшем будет показано, что такое расширение области приложения операционально определенного исходного понятия истины происходит благодаря существованию области *операционального пересечения* — получению одинаковых результатов для всех случаев, проверяемых обеими сериями операций.

5.2. О понятиях теории действия

Действие — это преднамеренное, сознательное изменение предметов природной или социальной среды в соответствии с заранее поставленной целью. Действие следует отличать от чисто физических процессов или событий, а также от биологически обусловленного инстинктивного поведения. **Действие** — это целенаправленное поведение, имеющее социальное обоснование и проявляющееся в видоизменении окружающей — природной или социальной — среды. **Составными элементами действия являются: агент действия, цель действия, условия действия, используемые в действии средства, знания, на которые опирается агент действия, применяемые им правила действия и его результат. Действие характеризуется определенным значением.**

которое приобретают различные его компоненты (переменные), и природой их взаимосвязи.

Понятия, описывающие действие, являются соотносительными.

Подобно исходным понятиям аксиоматической системы, они определяются неявно, через систему установленных между ними отношений. Вместе с тем оптимальный путь понимания действий состоит в их соотнесении друг с другом, в выявлении каузальных и телеологических структур, через которые они осуществляются. Акцент исключительно на детерминистско-каузальное обоснование ведет к механицизму и фатализму; акцент преимущественно на телеологическое обоснование ведет к волюнтаризму и субъективизму.

Среди понятий теории действия особый интерес в связи с разработкой теории операциональных определений представляют **понятия**

предмета, операции и результата. Мы называем **предметом** **всякую**

систему, на которую направлено опосредованное действие агента;

операция — это события или последовательность событий,

вызванных агентом с помощью какого-то средства (или средств).

Операция — это момент, фрагмент или «квант» действия. Она

имеет значение лишь в той мере, в какой она включена в некоторый ряд операций и подчинена определенной цели. **Результат**—

изменение, происшедшее в системе вследствие осуществления

операции или ряда операций.

Встает теоретическая проблема: как можно связать в единую конструкцию классическую теорию операциональных определений, разработанную Бриджменом и Карнапом, с основными понятиями праксеологии и анализа системы действия — акциональной системы, предпринятого Т. Котарбиньским, Т. Парсонсом и другими?

5.3. Теория действия и составные элементы операциональных определений понятий истин

Чтобы уточнить природу и статус операциональных определений понятий истин, необходимо сначала проанализировать их составные элементы. Рассмотрим несколько случаев операциональных определений понятий истин:

(a) x — кислота, если, и только если, лакмусовая бумажка, опущенная в x , краснеет;

(b) лекция длилась час, если, и только если, большая стрелка часов за время лекции совершила полный оборот (360°);

(с) расстояние между двумя деревьями равно 15 м, если, и только если, условная единица измерения — метр уместилась в этом расстоянии ровно 15 раз;

(d) кварц тверже свинца, если, и только если, при соприкосновении грани кристалла кварца с поверхностью свинцовой пластинки на последней остается царапина.

Определение (а) утверждает: чтобы назвать какую-то жидкость «кислотой», следует осуществить над ней операцию (погружение в нее лакмусовой бумаги). Если вследствие этой операции (операции проверки) мы не получим специфического результата, то понятие неприменимо к данному случаю. Аналогично истолковываются определения (b)—(d).

Абстрагируясь от некоторых особенностей приведенных примеров, отметим общие черты любого операционального определения понятия истины.

Следуя литературе, посвященной этой проблеме (работы Карнапа, Маргено, Папа, Коуса, Вильсона), отметим, что во всяком операциональном определении имеются: определяемое понятие или предикат Q (который может быть описан предикатной функцией с одним или несколькими аргументами); операция O или ряд операций определенного рода; предмет x , на который распространяется операция; результат (результаты) R проверочной операции, который выступает как индикатор или критерий применимости определяемого понятия к каждому данному случаю.

В символическую формулировку операционального определения понятия истины, таким образом, должны входить: предикат Q , соответствующий определяемому понятию истины; индивидуальная переменная x , принимающая значения из области дискретных физических объектов (истин), над которыми могут осуществляться операции и к которым применяются предикаты; и две переменные, одна из которых принимает значения из области операций O , а другая — из области их результатов R .

Если на момент представить эти символы в качестве «равноправных партнеров», то между ними теоретически возможны **шесть бинарных, четыре тернарных и одна кватернарная комбинации**. При условии, что принимается во внимание порядок или направление отношений между элементами, возникает большее число возможных их соединений. Какие из них следует учитывать в теории операциональных определений понятий истин? С точки зрения характеристики логико-праксеологического процесса, в ходе которого строится операциональное определение понятия истины,

целесообразно принять во внимание следующие отношения (см. также рис. 6).

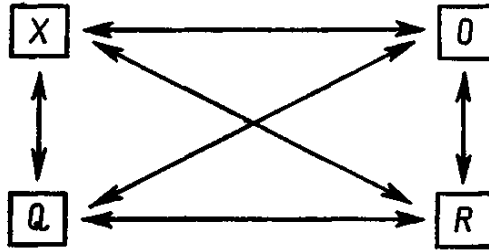


Рис. 6. Отношения между составными элементами операционального определения понятия истины.

Q -предикат, подлежащий операциональному определению; x —предмет (предметы), над которым осуществляются операции (O) с ожидаемым результатом R .

- I. xR_1O , или отношение между предметом (предметами) x и операцией O ;
- II. OR_2R , или отношение между операцией (O) и ее результатом (R);
- III. RR_3Q , или отношение между результатом (R) и определяемым понятием (Q);
- IV. QR_4x , или отношение между определяемым понятием и физическими предметами (x), к которым он относится.

Последовательность I—IV этих бинарных отношений соответствует основным моментам построения операционального определения понятия истины как **редукционного предложения**. Действительно, для получения такого определения необходимо, во-первых, уточнить операцию, которую надо осуществить, и предмет (истину), над которым будет осуществляться операция. Во-вторых, следует выяснить, какие результаты операции окажутся существенными. В-третьих, следует установить тип отношений, имеющих место между результатами и определяемым понятием истины. Наконец, исходя из всего этого следует определить, приложимо (или нет) исследуемое понятие истины к предметам (истинам), над которыми осуществляется операция.

Первые два отношения имеют праксеологический, вторые два — логико-семантический характер. В совокупности эти бинарные отношения выступают как звенья или моменты кватернарного отношения, реализующего операциональное определение понятия

истины; они описывают специфический способ связывания теории (соответственно теоретических понятий истин) с практикой (соответственно с экспериментом или измерением как ее разновидностями).

Представим теперь подробнее эти отношения. Пусть O — переменная, значениями которой являются конкретные операции O_0, O_1, \dots, O_m , а x — индивидуальная переменная, принимающая значения в области конкретных предметов (истин) x_0, x_1, \dots, x_n ; отношение xR_1O , или в обычной записи $R_1(x, O)$, можно будет определить для каждой праксеологической ситуации, подставляя на место переменных их значения. Выражение $R_1(x, O)$, описывающее — после осуществления соответствующей подстановки — отношение между конкретной операцией и индивидуальным предметом (истиной) в некотором контексте, примет одно из следующих двух возможных значений: «реализуемо», «нереализуемо». Отношение между множеством индивидуальных предметов (истин) x_0, x_1, \dots, x_n и множеством операций O_0, \dots, O_m можно охарактеризовать матрицей вида, представленного на таблице 2, в которой 1 означает «истинно», а 0 — «ложно».

Таблица 2

$O \backslash x$	x_0	x_1	x_2	\dots	x_n
O_0	1	0	1	\dots	0
O_1	0	1	1	\dots	1
O_2	0	0	0	\dots	1
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
O_m	1	0	1	\dots	0

Множество случаев, в которых некоторая операция *применима*, называется областью ее применимости. Обозначим *область применимости*

операции O_i (индекс i пробегает значения из множества $0, 1, \dots, n$) через $A(O_i)$. Точно так же выделим для каждого индивидуального предмета (истины) из области, на которой определена переменная x , *операционально открытую область*, состоящую из множества операций, которые можно применять к данному предмету. Обозначим операционально открытую область предмета (истины) x_j через $D(x_j)$ (здесь индекс j пробегает значения из множества $0, 1, \dots, m$).

Согласно табл. 2, в область применимости $A(O_0)$ входят, в частности, предметы (истины) x_0 и x_2 ; в область применимости $A(O_1)$ — в частности, предметы (истины) x_1, x_2 и x_n и т. д. (это запишем как $A(O_0) = \{x_0, x_2, (\dots)\}$;

$$A(O_1) = \{x_1, x_2, (\dots), x_n\}; A(O_2) = \{(\dots), x_n\}; (\dots);$$

$$A(O_m) = \{x_0, x_2, (\dots)\}.$$

Операционально открытые области имеют вид:

$$D(x_0) = \{O_0, (\dots), O_m\}; D(x_1) =$$

$$= \{O_1, (\dots)\}; D(x_2) = \{O_0, O_1, (\dots), O_m\}; (\dots);$$

$$D(x_n) = \{O_1, O_2, (\dots)\}.$$

Теоретически можно допустить существование операций, которые не применимы ни к какому предмету (истине), так же как можно допустить ситуацию действия, в которой участвуют предметы (истины), к которым не применимы никакие операции. Будем называть операцию, не применимую ни к какому предмету (истине), *пустой операцией*, а предмет (истину), к которому не применима никакая операция, — *операционально закрытым предметом*. Вследствие развития познания и экспериментальной деятельности операционально закрытые предметы в определенный исторический момент становятся *операционально открытыми предметами*. В любую историческую эпоху в экспериментальных науках существуют предметы, которые обнаруживают *относительность* операции, то есть то, что применение к ним данной операции может происходить лишь при использовании определенных экспериментальных методов и приемов. Поэтому для каждой операции O_i мы вправе рассматривать наряду с областью ее применимости дополнительную к ней *область неприменимости операции*, которую мы обозначим через $\sim A(O_i)$. Аналогично введем понятие *операционально закрытой области* произвольного предмета x_j как множества всех тех, и только тех, операций, которые к нему не применимы (обозначим ее через $\sim D(x_j)$).

Между областями применимости двух операций и соответственно между операционально открытыми областями двух предметов могут иметь место различные отношения и над ними могут производиться различные операции (включение, тождество, несовместимость, пересечение, объединение и т.д.). Используя обычные логические символы, определим понятия операционального пересечения, операционального включения, операционального тождества, операциональной несовместимости и т. д., играющие важную роль в операциональной проверке понятий истин.

Пусть O_i и O_k — произвольные операции, тогда для областей применимости этих операций могут иметь место следующие случаи:

1. $A(O_i) \cap A(O_k) =_{Df} \hat{x} (R_1(x, O_i) \& R_1(x, O_k));$
2. $A(O_i) \subset A(O_k) =_{Df} \forall x (R_1(x, O_i) \rightarrow R_1(x, O_k)) \& \exists x (\neg R_1(x, O_i) \& R_1(x, O_k));$
3. $A(O_i) \equiv A(O_k) =_{Df} \forall x ((R_1(x, O_i) \rightarrow R_1(x, O_k)) \& (R_1(x, O_k) \rightarrow R_1(x, O_i)));$
4. $A(O_i) | A(O_k) =_{Df} \forall x \neg (R_1(x, O_i) \& R_1(x, O_k));$
5. $A(O_i) + A(O_k) =_{Df} \hat{x} (\neg (R_1(x, O_i) \& R_1(x, O_k)) \& (R_1(x, O_i) \vee R_1(x, O_k)));$
6. $A(O_i) \cup A(O_k) =_{Df} \hat{x} (R_1(x, O_i) \vee R_1(x, O_k)).$

Легко заметить, что согласно табл. 2, например (если в ней нет других единиц, кроме явно выписанных) :

$$A(O_0) \cup A(O_2) = \{x_0, x_1, x_2, (\dots), x_n\}; \quad A(O_0) \cap A(O_1) = \{x_2\}.$$

$$A(O_2) \subset A(O_1); \quad A(O_0) | A(O_2).$$

Пусть x_j и x_i — произвольные предметы. Тогда для операционально открытых областей этих предметов могут иметь место следующие случаи:

7. $D(x_j) \cap D(x_i) =_{Df} \hat{O} (R_1(x_j, O) \& R_1(x_i, O));$
8. $D(x_j) \subset D(x_i) =_{Df} \forall O (R_1(x_j, O) \rightarrow \rightarrow R_1(x_i, O)) \& \exists O (\neg R_1(x_j, O) \& R_1(x_i, O));$
9. $D(x_j) \equiv D(x_i) =_{Df} \forall O ((R_1(x_j, O) \rightarrow R_1(x_i, O)) \& (R_1(x_i, O) \rightarrow R_1(x_j, O)));$
10. $D(x_j) | D(x_i) =_{Df} \forall O \neg (R_1(x_j, O) \& R_1(x_i, O));$
11. $D(x_j) + D(x_i) =_{Df} \hat{O} (\neg (R_1(x_j, O) \& R_1(x_i, O)) \& (R_1(x_j, O) \vee R_1(x_i, O)));$
12. $D(x_j) \cup D(x_i) =_{Df} \hat{O} (R_1(x_j, O) \vee R_1(x_i, O)).$

Формально существует явная аналогия между определениями пересечения, включения, тождества, несовместимости, исключения и объединения для областей применимости операций и определениями аналогичных понятий истин для операционально открытых областей. Различие, по существу, возникает лишь на уровне операторов, связывающих переменные: в первом случае они фиксируют область индивидуальных предметов (истин), к которым прилагаются определенные операции; во втором они относятся к области операций, в отношении которых «открыт» (соответственно «закрыт») некоторый предмет (истина).

Формулы 1—6 характеризуют переход от операций к предметам (истинам), формулы 7—12 — от предметов (истин) к применимым в отношении них операциям.

Какое значение имеют предложенные понятия для уточнения теории операциональных определений понятий истин и понимания их познавательного-методологических функций?

Понятие области применимости операции важно для установления необходимых условий операционального определения понятия истины. Действительно, как мы покажем в дальнейшем, операционально определить, применим или нет предикат Q для квалификации предмета (истины) x_j посредством операции O_k , можно тогда, когда $x_j \in A(O_k)$. Однако условие $x_j \in A(O_k)$ необходимо, но недостаточно. Вполне возможно, что $x_j \in A(O_k)$ имеет место, но, поскольку для предмета x_j не выполняется антецедент условия

$$13. E(y, O_k, x_j) \rightarrow ((R_1(x_j, O_k) \& (Q(x_j) \equiv R_1(x_j, O_k))),$$

понятие Q не будет прилагаться к x_j . (Здесь E — трехместный предикат, в котором y — переменная, определенная на области агентов действия, и который имеет смысл: «применяет», «осуществляет»; запись

$E(y, O_k, x_j)$ читается: «Агент y применяет операцию O_k к предмету x_j ».)

Принадлежность предмета к области приложимости данной операции является условием *sine qua non* операционального определения понятия истины: **операционально закрытые предметы нельзя определить операционально.**

Понятие операционально открытых предметов отражает многообразие путей введения операциональных определений конкретных объектов (истин). Чем больше степень, если так можно сказать, операциональной открытости тех или иных физических явлений или предметов (истин), тем больше возможных способов их операционального определения, проверки применимости или неприменимости теоретического или диспозиционного понятия истины, тем больше, соответственно, возможность использования —

для так называемых «метрических» определений понятий истин — методов количественного определения значений физических величин, выступающих в качестве определяемого понятия истины. Применение к одному и тому же случаю различных методов делает возможным сравнение и взаимоверификацию результатов, а тем самым и формулировку объективных законов.

Возможность такого же сравнения и взаимоверификации экспериментальных данных обеспечивают и случаи пересечения областей применимости двух или нескольких операций.

Пересечение областей операционального применения обеспечивает непротиворечивость и органичность практической деятельности людей, введение в науку общих, имеющих объективное содержание понятий — понятий истин, относительно независимых от каких-либо отдельных операций или частных случаев их применения. Если же говорить о понятиях, охватывающих нормы действий людей, то их введение полезно не только для установления положений, касающихся отношений между составными элементами операциональных определений понятий истин, но и для разработки общей логики действия людей.

Рассмотрим теперь отношения между операцией и ее результатом. Всякий результат каким-то образом квалифицируется, относительно него выносится строгое аксиологическое решение; он оценивается как положительный или отрицательный, благоприятный или неблагоприятный. **Результат должен быть четко зафиксирован, поскольку он служит критерием последующего семантического вывода о применимости теоретического понятия истины.** Поэтому можно говорить о *принципе дихотомии*, или *двузначности, результатов процедуры проверки*, входящей в операциональные определения понятий истин. Этот принцип символически можно представить в виде формулы

$$14. \forall x (O^\circ(x) \rightarrow (R(x) \vee \neg R(x))),$$

которая читается: «Каким бы ни был предмет (истина) или материальная система x , в применении к которой осуществима операция O° , результат ее будет благоприятным ($R(x)$) или неблагоприятным ($\neg R(x)$)».

Можно, однако, представить себе и такой случай, когда операция ведет не к единственному правильному (релевантному) результату, а к множеству таких результатов. Тогда отношение между операцией и результатом будет описано так:

$$15. \forall x (O^\circ(x) \rightarrow (R_0(x) \vee \dots \vee R_n(x) \vee \neg R(x))),$$

где $R_0(x), \dots, R_n(x)$ — случаи релевантных, или благоприятных, результатов, а запись $\neg R(x)$ сокращенно представляет результаты, не имеющие значения с точки зрения достижения цели. Отметим, что и в этом случае действует принцип дихотомии, или двузначности, результатов операции: множество результатов делится на благоприятные случаи $R_0(x), \dots, R_n(x)$ и неблагоприятные случаи, представленные записью $\neg R(x)$. Принцип двузначности проявляется здесь как исключение возможности случаев, отличных от благоприятных и неблагоприятных. (Можно провести аналогию с распространением принципа *tertium non datur* двузначной логики на логики многозначные.)

Естественно спросить, каково отношение между результатом операции, то есть наблюдаемым невооруженным глазом или соответствующими техническими средствами физическим событием, состоянием или свойством, с одной стороны, и соответствующим определяемым понятием, то есть ненаблюдаемым предикатом, — с другой. Ответ состоит в том, что событие на онтологическом уровне, индуцированном действием человека, становится признаком, или знаком-индексом, позволяющим произвести семантический акт — квалифицировать данный объект (истину) через ненаблюдаемый предикат теоретического языка. **Тем самым строится мост, соединяющий область взаимодействия материальных операций, принадлежащих к уровню физических систем, которые являются объектом наблюдения и эксперимента, с областью логико-семантической деятельности, к которой относится квалификация физического состояния или события путем подведения его под теоретический предикат.** Между множеством описаний — дескриптивных предложений, содержащих R как физическое следствие операции O° , — и множеством «теоретических» предложений, содержащих предикат Q , устанавливается импликативное отношение: всякий раз при наличии $R(x)$ — результата операции $O^\circ(x)$ мы будем также иметь $Q(x)$; $R(x)$ и $Q(x)$ будут, следовательно, равнообъемны. Отношение RR_3Q , хотя оно всегда имеет смысл в определенном праксеологическом контексте, обладает преимущественно семиотической природой. Его особенностью является использование естественных знаков, или знаков-индексов, для характеристики случаев осмысленного употребления теоретических выражений. Наконец, необходимо рассмотреть отношение между понятием истины и предметом (истиной). Оно опосредовано и обусловлено, во-первых, осуществлением определенной операции и, во-вторых, достижением определенного результата. Некоторый индивидуальный предмет x , к

которому применяется операция O_i с благоприятным результатом $R(x_j)$, доставляет нам случай верного предсказания Q об x_j ; x_j , следовательно, оказывается элементом объема, или референтом, для предиката Q . Из этого вытекает, что на основании констатации $R(x_j)$ можно сказать, что существует предикат Q , для которого верно $Q(x_j)$. Предикат Q в отношении x_j — операционально введенное теоретическое понятие, а отношение между Q и x_j является семантическим отношением установления для Q референта, осуществляемым посредством некоторой операции O_i .

Для всякого операционально определенного диспозиционного или теоретического понятия истины Q можно установить *область операциональной определенности, связанную с данной операцией O_i* или с данным множеством операций O_0, \dots, O_m . Отвлекаясь от природы конкретных операций, участвующих в операциональном определении понятия истины, можно ввести в рассмотрение представление об *обобщенной области операциональной определенности понятия истины Q* . Соответственно можно определить *область операциональной неопределенности* понятия истины Q . Наконец, два или несколько операционально определенных понятий истин могут быть сравнимы между собой с точки зрения областей операционального определения понятия истины; тем самым для этих областей можно определить отношения, аналогичные отношениям, определенным для областей применимости операций.

В целях введения упомянутых определений и отношений воспользуемся следующими сокращениями.

Пусть $DDO(Q)$ есть обобщенная область операциональной определенности понятия истины Q ; $DIQ(Q)$ - обобщенная область операциональной неопределенности понятия истины Q ; $DDO(Q/O_i)$ — область операциональной определенности понятия истины Q при операции O_i ; $DIO(Q/O_i)$ — область операциональной неопределенности понятия истины Q при операции O_i ; $DDO(Q/O_0, O_1 \dots O_m)$ — область операциональной определенности понятия истины Q при операциях O_0, \dots, O_m ; $DIO(Q/O_0, O_1, \dots, O_m)$ — область операциональной неопределенности понятия истины Q при операциях O_0, O_1, \dots, O_m .

Определения:

16. $DDO(Q/O_i) =_{Df} \hat{x} (((O_i(x) \& R_i(x)) \vee \vee (O_i(x) \& \neg R_i(x))) \& ((O_i(x) \& R_i(x)) \equiv \equiv Q(x)) \& ((O_i(x) \& \neg R_i(x)) \equiv \neg Q(x)));$
17. $DIO(Q/O_i) =_{Df} \hat{x} \neg O_i(x);$
18. $DDO(Q/O_0, O_1, \dots, O_m) =_{Df} \hat{x} (((O_0(x) \& R_0(x)) \vee \vee (O_0(x) \& \neg R_0(x))) \& ((O_0(x) \& R_0(x)) \equiv Q(x)) \& \& ((O_0(x) \& \neg R_0(x)) \equiv \neg Q(x))) \vee \vee (((O_1(x) \& R_1(x)) \vee (O_1(x) \& \neg R_1(x))) \& \& ((O_1(x) \& R_1(x)) \equiv Q(x)) \& ((O_1(x) \& \neg R_1(x)) \equiv \equiv \neg Q(x))) \vee \dots \vee (((O_m(x) \& R_m(x)) \vee \vee (O_m(x) \& \neg R_m(x))) \& ((O_m(x) \& R_m(x)) \equiv \equiv Q(x)) \& ((O_m(x) \& \neg R_m(x)) \equiv \neg Q(x)));$
19. $DIO(Q/O_0, \dots, O_m) =_{Df} \hat{x} (\neg O_0(x) \& \& \neg O_1(x) \& \dots \& \neg O_m(x));$
20. $DDO(Q) =_{Df} \hat{x} \exists O (((O(x) \& R(x)) \vee \vee (O(x) \& \neg R(x)) \& ((O(x) \& R(x)) \equiv \equiv Q(x)) \& ((O(x) \& \neg R(x)) \equiv \neg Q(x)));$
21. $DIO(Q) =_{Df} \hat{x} \neg O(x).$

Проанализируем эти определения.

Понятие множества $DDO(Q/O_i)$ определено с помощью понятий операции, результата соответствующей операции и предикации. В определяющей части этого определения выписаны три условия (три члена конъюнкции в выражении, входящем в область действия оператора \hat{x}) принадлежности x области $DDO(Q/O_i)$. Первое из них заключается в возможности осуществления операции O_i над всеми предметами, принадлежащими $DDO(Q/O_i)$ независимо от результата этой операции; иными словами, если предмет x не принадлежит $A(O_i)$, то он не будет принадлежать и $DDO(Q/O_i)$. Два тождества, имеющиеся в определяющей части определения 16, — это лишь частный случай приложения принципа двужначности результата всякой операции.

Понятие $DIO(Q/O_i)$ задано множеством всех предметов, над которыми невозможно осуществить операцию O_i . Понятие $DDO(Q/O_0, \dots, O_m)$ задано дизъюнкцией членов вида $DDO(Q/O_i)$, где $i = 0, 1, \dots, m$. В сжатой форме 18 можно записать так:

$$18a. \quad DDO(Q/O_0, \dots, O_m) =_{Df} DDO(Q/O_0) \vee \vee DDO(Q/O_1) \vee \dots \vee DDO(Q/O_m).$$

20 вводит важное понятие $DDO(Q)$. Оно задано множеством предметов, над которыми может осуществляться произвольная операция O , в зависимости от результата которой решается вопрос о выполнении предиката Q по отношению к данному предмету. Отметим, что область операциональной определенности некоторого понятия охватывает как случаи применимости данного понятия, так и случаи, к которым оно неприменимо, то есть случаи, для которых мы можем экспериментально установить неудовлетворимость в заключенных в O условий проверки. Это те предметы x , для которых имеет место

$$22. \exists O ((O(x) \& \neg R(x)) \& ((O(x) \& \neg R(x)) \equiv \neg Q(x))).$$

Случаи же, удовлетворяющие условиям проверки, составляют, согласно определению 20, множество

$$23. \hat{x} (\exists O ((O(x) \& R(x)) \& ((O(x) \& R(x)) \equiv Q(x))).$$

Из 23 вытекает, что объем понятия Q совпадает с совокупностью тех x , для которых существует операция O , такая, что ее приложение к x дает благоприятный результат $R(x)$.

Под понятие обобщенной области операциональной определенности, введенное дефиницией 20, подпадают как фактически проверенные благоприятные случаи, так и фактически проверенные неблагоприятные случаи; случаи, к которым было применено Q , являются лишь подклассом класса применимости операции O . Два или несколько понятий можно сравнивать с точки зрения их областей операциональной определенности (DDO). Поскольку DDO определяются с помощью некоторых операций, между областями операциональной определенности двух понятий может быть столько же отношений, сколько их может быть между областями применимости соответствующих операций. Следовательно, можно определить пересечение, включение, тождество, несовместимость, симметрическую разность DDO двух или более понятий. Данные определения будут аналогичными тем, которые выше были даны для отношений между областями применения двух операций— $A(O_i)$ и $A(O_k)$ и для отношений между операционально открытыми областями двух предметов, $D(x_j)$ и $D(x_i)$, — отношений, принадлежащих некоторым экспериментально-операциональным контекстам.

Пусть Q и P — два произвольных операционально определяемых понятия. Тогда:

24. $DDO(Q/O_i) \cap DDO(P/O_k) =_{Df} \hat{x} (x \in A(O_i) \& x \in A(O_k));$
25. $DDO(Q/O_0, O_1, \dots, O_m) \cap DDO(P/O'_0, O'_1, \dots, O'_s) =_{Df} =_{Df} \hat{x} (x \in A(O_0 \vee O_1 \vee \dots \vee O_m) \& x \in \in A(O'_0, \vee O'_1 \vee \dots \vee O'_s));$
26. $DDO(Q/O_i) \subset DDO(P/O_k) =_{Df} \forall x (x \in A(O_i) \rightarrow \rightarrow x \in A(O_k)) \& \exists y (\neg (y \in A(O_i)) \& y \in A(O_k));$
27. $DDO(Q/O_0, O_1, \dots, O_m) \subset DDO(P/O'_0, O'_1, \dots, O'_s) =_{Df} =_{Df} \forall x (x \in A(O_0 \vee O_1 \vee \dots \vee O_m) \rightarrow \rightarrow x \in A(O'_0 \vee O'_1 \vee \dots \vee O'_s)) \& \& \exists y (\neg (y \in A(O_0 \vee O_1 \vee \dots \vee O_m)) \& \& y \in A(O'_0 \vee O'_1 \vee \dots \vee O'_s));$
28. $DDO(Q/O_0, O_1, \dots, O_m) \equiv DDO(P/O'_0, O'_1, \dots, O'_s) =_{Df} =_{Df} \forall x ((x \in A(O_0 \vee O_1 \vee \dots \vee O_m) \rightarrow \rightarrow x \in A(O'_0 \vee O'_1 \vee \dots \vee O'_s)) \& \& (x \in A(O'_0 \vee O'_1 \vee \dots \vee O'_s) \rightarrow \rightarrow x \in A(O_0 \vee O_1 \vee \dots \vee O_m));$
29. $DDO(Q/O_0, O_1, \dots, O_m) | DDO(P/O'_0, O'_1, \dots, O'_s) =_{Df} =_{Df} \forall x (\neg (x \in A(O_0 \vee O_1 \vee \dots \vee O_m)) \& \& x \in A(O'_0 \vee O'_1 \vee \dots \vee O'_s));$
30. $DDO(Q/O_0, O_1, \dots, O_m) + DDO(P/O'_0, O'_1, \dots, O'_s) =_{Df} =_{Df} \hat{x} (\neg (x \in A(O_0 \vee O_1 \vee \dots \vee O_m)) \& \& x \in A(O'_0 \vee O'_1 \vee \dots \vee O'_s)) \& \& (x \in A(O_0 \vee O_1 \dots \vee O_m) \vee \vee x \in A(O'_0 \vee O'_1 \vee \dots \vee O'_s));$
31. $DDO(Q/O_0, O_1, \dots, O_m) \cup DDO(P/O'_0, O_1, \dots, O'_s) =_{Df} =_{Df} \hat{x} ((x \in A(O_0 \vee O_1 \vee \dots \vee O_m) \vee \vee x \in A(O'_0 \vee O'_1 \vee \dots \vee O'_s)).$

Дефиниции 24—31 описывают отношения и операции, возможные для *DDO* двух понятий. Но, как мы отмечали, одно и то же понятие может иметь различные области операциональной определенности, если последние связаны с различными операциями; эти области могут между собой пересекаться, находиться в отношении включения, тождества и т. д. Аналогично приведенным выше дефинициям можно построить ряд подобных дефиниций для таких относительно различных *DDO* одного и того же понятия *Q*. Для случая пересечения областей дефиниция будет иметь вид:

$$\underline{DDO}(Q/O_i) \cap \underline{DDO}(Q/O_k) \stackrel{Df}{=} \{x \in A(O_i) \& x \in A(O_k)\}.$$

Остальные дефиниции легко получаются из дефиниций 24—31, если в них на место предиката *P* подставить предикат *Q*.

Возможность установления случаев законного применения одного и того же понятия истины посредством двух различных операций (или двух рядов различных операций) является основным способом «интерсубъективизации» понятия истины — придания ему внесубъективного характера, превращения его в понятие, которое зависит не от наших намерений или желаний, а от результатов операций, которые мы осуществляем над природными объектами (истинами). Более того, благодаря «интерференции» *DDO* понятие перестает быть зависящим от одной-единственной операции или от частного ее результата; оно становится подконтрольным нескольким экспериментальным приемам и операциям. Наряду с этим благодаря феномену операционального пересечения практическо-операциональные действия становятся последовательными, приобретают определенную органичность и могут взаимно проверяться. Операциональное пересечение делает возможным взаимоконтроль операционных процедур, формирование единого результата деятельности людей как «сплава» результатов проводимых ими различных операций, социально-историческую практику вообще. Следует также подчеркнуть теоретическое и практическое значение отношения «интерференции» между областями операциональной определенности двух различных понятий истин. **Выражения 26—27 выявляют отношение двух понятий истин с точки зрения их связи с экспериментальными и измерительными средствами. Одной из характерных черт науки, наряду со стремлением использовать возможно более общие и абстрактные понятия, является стремление использовать понятия с возможно более широкой обобщенной областью операциональной определенности. Примером этого служит замена в науке «качественных» понятий**

«количественными»; количественным метрическим понятиям стремятся придать широкие области операциональной определенности.

Отношение 29 обращает внимание на возможность появления операционально несовместимых понятий, для которых нет ни одного предмета такого, чтобы он одновременно принадлежал областям применимости операций, связанных с одним и с другим понятием. Примером, по-видимому, может служить отношение между положением в пространстве-времени объектов микромира и применением динамических законов сохранения, на которых основывается детерминистское описание классической физики.

Проведенный анализ позволяет сделать некоторые выводы. **Предполагая, что мы берем в качестве основных элементов операционального определения понятия истины операцию, предмет, результат и предикат, или определяемое понятие истины, — таковы те элементы операционального определения понятия истины, которые чаще всего рассматриваются в литературе, — мы приходим к заключению, что учитывать следует отношения между предметом (истино) и операцией, между операцией и результатом, между результатом и предикатом и, наконец, между предикатом и предметом (истиной). Рассмотрение этих отношений приводит нас к понятию об области применения операции и операциональной открытости предмета (истины), к установлению некоторых отношений между областями применения, а также между операционально открытыми областями.** Это позволяет предложить некоторые важные понятия, такие, как **понятие области операциональной определенности предиката Q и дополнительное по отношению к нему понятие области операциональной неопределенности.** Отношения между областями операциональной определенности открывают путь к пониманию единства практическо-экспериментальных действий людей и процесса объективации — через эти действия — тех понятий, которые используются в науке. Анализ отношений между операцией и результатом позволяет сформулировать принцип двузначности результата, а анализ отношения между результатом и предикатом раскрывает роль естественных знаков или знаков-индексов в формулировании операциональных определений, а также те способы, какими семантический аспект знаков взаимосвязан с объективными отношениями между предметами и явлениями.

5.4. Операциональные определения понятий истин и предложения редукции

Рассмотрим «парадоксальные» следствия, вытекающие из

$$1. O(x) \equiv (Q(x) \rightarrow R(x)),$$

если знак \rightarrow интерпретировать как материальную импликацию, и попытки Карнапа исключить эти следствия через

$$2. O(x) \rightarrow (Q(x) \equiv R(x)),$$

или так называемые *двусторонние редукционные предложения*.

Применяя к 2 некоторые правила вывода логики высказываний, мы получаем

$$3. (O(x) \& R(x)) \rightarrow Q(x),$$

что читается: «Если, осуществляя над предметом x операцию O , мы получаем R , то x можно квалифицировать с помощью Q ». Иными словами, $O(x) \& R(x)$ есть достаточное условие для признания того, что $Q(x)$. Формула 3 выражает необходимое отношение между результатом операции и его теоретическим значением. Таким образом, мы приходим к важному выводу о том, что **всякое операциональное определение понятия истины основано на взаимосвязи знака-индекса — как правило, явного и наблюдаемого — и свойства или признака, не воспринимаемого явно**. Эта взаимосвязь устанавливается при формулировке законов науки и ее теоретических конструкций. Итак, можно сказать, что *операциональные определения понятий истин связывают знаки-индексы, данные на уровне наблюдения и эксперимента, с соглашениями или символами, возникающими на уровне теоретических конструкций*.

Каков логический и эпистемологический статус так называемых диспозициональных понятий? В какой мере теоретические понятия могут сводиться к понятиям наблюдения? К каким результатам привели попытки Карнапа, Гемпеля и других подкрепить эмпиризм посредством теории предложений сводимости — редукционных предложений?

Особое внимание уделяется отношениям между операциональными определениями понятий истин и явными лексическими определениями понятий истин, а также «предельным условиям», в которых осуществляется переход от операциональных определений понятий истин к явным. Операциональные определения понятий истин не удовлетворяют условию элиминированности и условию некреативности. Они не определяют строго экстенционал и интенционал определяемого понятия истины, а решают праксеологическими средствами вопрос о

применимости понятия истины в данных условиях. Операциональные определения понятий истин устанавливают соответствие между случаями достижения определенного результата и случаями оправданного приложения теоретического понятия к предметам некоторого множества. Но экстенционал данного теоретического понятия может быть определен по характерным результатам или различным показателям, полученным благодаря соответствующим операциям проверки; поэтому можно считать, что *множество операций проверки с благоприятным результатом* отбирает также и случаи приложения теоретически определяемого понятия истины:

$$4. (O_1(x) \& O_2(x) \& \dots \& O_m(x)) \rightarrow (R_1(x) \equiv R_2(x) \equiv \dots \equiv R_m(x)).$$

Предполагая ряд операциональных определений понятий истин, выделяющих экстенционал данного теоретического понятия истины Q : $O_1(x) \rightarrow (Q(x) \equiv R_1(x))$, $O_2(x) \rightarrow (Q(x) \equiv R_2(x))$, ..., $O_m(x) \rightarrow (Q(x) \equiv R_m(x))$ в некотором праксеологическом контексте, можно считать также определенным и интенционал понятия истины Q :

$$5. Q(x) =_{Df} ((O_1(x) \rightarrow R_1(x)) \& (O_2(x) \rightarrow R_2(x)) \& \dots \& (O_m(x) \rightarrow R_m(x))).$$

Определение интенционала дается через конъюнкцию импликаций между операциями и благоприятными результатами.

Интенционал теоретического или диспозиционного понятия истины, таким образом, характеризуется обращением к ряду практически-экспериментальных операций и к их результатам. Наряду с этим смысл того же понятия истины Q может быть определен в соответствующем теоретическом контексте путем обращения к смыслу других теоретических понятий на основе явных или неявных определений.

Одновременное выявление операционального и теоретического смысла одного и того же понятия является распространенным способом сопоставления теории с практикой и, наоборот, — практики с теорией. Это одна из существенных познавательных функций операциональных определений понятий истин. Поэтому будем возражать против тезиса М. Бунге о том, что применение операциональных определений ведет к толкованию понятий физики посредством антропоцентрических категорий, таких, как «условие проверки», «наблюдаемое условие». Можно согласиться с утверждением М. Бунге, что научный прогресс отмечен проведением все более тонких различий в области используемых теоретических понятий, **введением понятий**, с

которыми связаны количественные характеристики, развитием аппарата формального анализа и т. д. Однако, при этом не следует упускать из виду следующее обстоятельство. **В той мере, в какой научная теория связана с экспериментом и наблюдением, в той мере, в какой она выполняет свою роль источника рекомендаций для производства, в ней имеет место переход от теоретических понятий, формул и переменных к их частным случаям, к измерениям и эмпирическим данным.** Именно на этом уровне операциональные определения понятий истин и «предложения редукции» приобретают неоспоримое значение, так как выполняют задачу установления конкретных случаев, к которым приложимы (или не приложимы) данные диспозициональные или теоретические понятия; тем самым они способствуют укреплению связи между теоретическим и эмпирическим, между абстрактным мышлением и практической деятельностью.

Каково отношение, существующее между законами природных систем, экспериментальной деятельностью и операциональными определениями понятий истин?

Онтологически «законы» можно охарактеризовать как закономерности или инварианты в разворачивании явлений в рамках физико-природной системы; они описывают отношения сосуществования или последовательности между событиями или актами взаимодействия физических систем. Существуют также законы, выражающие необходимую связь между свойством или предикатом наблюдения и так называемым диспозициональным понятием истины, то есть понятием, описывающим свойство, проявляющееся лишь в определенных операционально-экспериментальных условиях. Взаимодействия натуральных систем природы (истины), через которые проявляются законы, могут протекать естественным путем, но они могут быть вызваны и вмешательством человека. С этой точки зрения **эксперимент предстает перед нами как деятельность, целью которой является понимание, предсказание и реализация проверяемого взаимодействия между элементами материальной системы (истинами).** В таких случаях предикаты наблюдения служат естественными знаками — признаками, показателями — для диспозициональных или теоретических предикатов, а закон, связующий эти предикаты, лежит в основе операционального определения соответствующих понятий истин. Операциональное определение понятия истины, таким образом, обращено как к эмпирическим законам, так и к экспериментальным и вычислительным средствам. Такое определение — одна из возможностей установления

условий приложимости диспозиционного или теоретического понятия истины, опираясь на операции, выявляющие отдельные физические закономерности.

5.5. Операциональные определения понятий истин и измерения

Поставим под сомнение тезис о тождестве операциональных определений и измерений, отстаиваемым Бриджменом, Карнапом и др., поскольку очевидны как общие черты, так и различия между этими двумя операциями. Определение — даже тогда, когда оно предполагает операции проверки, — служит логико-семантическим приемом выявления смысловой, значащей стороны понятия. С помощью определения мы устанавливаем, приложим (или не приложим) некоторый предикат как характеристика к некоторому предмету (истине) или рассматриваемому событию. Осуществляя операцию измерения, мы обычно не подвергаем сомнению вопрос о приложимости или неприложимости некоторого предиката (или величины). А поскольку такая приложимость уже неявно допускается в рассматриваемом случае, мы лишь устанавливаем «степень», в которой данный предмет (истина) удовлетворяет предикату. **И определение и измерение — процедуры ограничения, выделения;** первая из них служит определению предиката через другие предикаты или установлению с помощью внелингвистических остенсивных или операциональных средств применимости (неприменимости) предиката или определяемого понятия к данным случаям; вторая процедура определяет «степень», меру, в какой предмет удовлетворяет предикату. Измерение — это выделение объекта в рамках данного качества. В случае операции измерения роль определяемого понятия играет предикат, величина или параметр (длина, объем, давление, температура, твердость и т. д.), который измеряется путем сопоставления с *эталон*ом или отнесения числа из множества *действительных чисел*. Использование эталона и отнесение к измеряемому объекту некоторого действительного числа — отличительные черты операции измерения. Другая характерная черта этой операции — порядок. Измерять означает упорядочивать множество предметов (истин), имеющих общее свойство, в соответствии с тем, как они относятся к некоторому другому предмету (истине), обладающему таким же свойством, «меру присутствия» которого в этом предмете (истине) мы принимаем в качестве эталона. Акт измерения содержит двоякое

сравнение. Прежде всего каждый элемент сравнивается с эталоном. Затем происходит сравнение между собой различных элементов на основании их соотношенности с эталоном (одновременно измеряемым элементам ставятся в соответствие действительные числа).

Измерение — основной способ, каким физические переменные или физические величины ставятся во взаимосвязь с математическими сущностями, в частности с числами.

Когда, измеряя предметы (истины), можно сказать, что два предмета тождественны или различны по величине? Пусть O — операция, e — эталон, A — свойство или признак измерителя, I — акт измерения каких-то предметов x и y . Отношения «тождественно», «различно», «больше» и «меньше» между x и y через величину, устанавливаемую в измерении, можно определить следующим образом:

1. $x =_m y \mid A =_{Df} \forall O \forall e \left((IO(x) \& IO(y)) \rightarrow \left(\frac{x}{e} = \frac{y}{e} \right) \right)$;
2. $x \neq_m y \mid A =_{Df} \forall O \forall e \left((IO(x) \& IO(y)) \rightarrow \left(\frac{x}{e} \neq \frac{y}{e} \right) \right)$;
3. $\forall x \forall y \left((x \neq_m y \mid A) \rightarrow ((x <_m y \mid A) \vee (x >_m y \mid A)) \right)$;
4. $x <_m y \mid A =_{Df} \forall O \forall e \left((IO(x) \& IO(y)) \rightarrow \left(\frac{x}{e} < \frac{y}{e} \right) \right)$;
5. $x >_m y \mid A =_{Df} \forall O \forall e \left((IO(x) \& IO(y)) \rightarrow \left(\frac{x}{e} > \frac{y}{e} \right) \right)$.

Среди операциональных определений могут быть выделены различные виды. Основанием деления при этом могут служить, например, число используемых в определении предикатных констант, характер операций проверки или используемых при этом технических средств, познавательные функции операциональных определений и т. д.

Термин «операциональное определение» в логико-методологической и специальной литературе многозначен. Под операциональным определением понимают, во-первых, способ обоснования применимости понятия, предиката — свойства или отношения — к данному случаю, поскольку этот способ приводит в ходе экспериментальной физической операции к определенному результату; во-вторых, установление количественного значения физической величины (измерение); в-третьих, процедуру, устанавливающую связь между некоторым предикатом и определенными результатами синтаксическо-вычислительных процессов. Изложенная концепция позволяет выявить различие между операциональными определениями и операцией измерения. Однако следует отметить также формальное и функциональное сходство этих познавательных приемов.

Операциональные определения отличаются от явных прежде всего тем, что в них используются, наряду с лексическими средствами, прагматологическо-экспериментальные приемы, которые связывают акты определения и предикации с результатами действий, произведенных над элементами материальной системы. Операциональные определения, как и операции измерения, представляют собой, таким образом, специфическую форму связи понятийного мышления (соответственно, теории) с экспериментом (соответственно, практической деятельностью). В отличие от лексического определения операциональное определение устанавливает смысл определяемого понятия лишь частично, оставляя нерешенным вопрос о подпадении предметов под определяемое понятие в случаях, которые не удовлетворяют условиям процедуры проверки. Одному и тому же понятию в различных прагматологических условиях можно дать несколько операциональных определений, эквивалентных лишь с точки зрения их выделяющей функции. В отличие от лексических определений, которые являются *внутрилингвистическими* логико-семантическими операциями, операциональные определения способствуют нахождению логико-семантических решений с помощью *внелингвистических*, прагматологическо-экспериментальных приемов. Их точность и познавательная эффективность зависят как от множества установленных объективных законов (и, следовательно, от уровня развития теоретического мышления), так и от нашего умения отбирать используемые для операциональных определений экспериментальные средства.

Данное изложение не преследует цель дать завершённую прагматологическую теорию операциональных (точнее, семантико-прагматологических) определений. Тем не менее можно отметить, что хотя бы некоторые из введенных понятий и сформулированных положений окажутся полезными для развития этой теории, равно как логической семантики и прагматологии. Вместе с тем можно считать, что введение понятий операции, области применимости операции, области операциональной определенности понятия истины и операционально открытых предметов (истин), а также установление отношений между этими понятиями дают возможность выявить новые аспекты в понимании действия и практической деятельности, заложить основы своего рода «логики действия».

Данный подход позволяет, в частности, подвергнуть анализу в более точных понятиях вопрос о том, как практика, действие и эксперимент ведут к десубъективизации человеческих знаний, к установлению области объективных истин науки.

Таким образом, операциональные определения понятий истин предстают перед исследователем как способ обоснования и экспериментального контроля границ наших теоретических понятий и высказываний. Будущее развитие теории операциональных определений зависит в большой мере от совершенствования самой праксеологии, от развития системы ее понятий, которые должны стать более точными и гибкими.

6. Познательные функции определений понятий истин

Определение — операция логическая, лингвистическая и гносеологическая одновременно. И тем не менее оно чаще всего рассматривается с какой-либо одной, как правило, логической точки зрения, причем его лингвистический, методологический и гносеологический аспекты упускаются из виду.

Конечная цель всякого определения понятия истины — познание. Особенностью определения понятия истины является его роль как инструмента опосредованного, дискурсивного познания, осуществляющегося с помощью языка. Поскольку в научном познании используется не только естественный язык, но и обширный спектр других знаков, организованных в искусственные языки, мы считаем, что полную теорию определения понятий истин можно создать лишь в рамках семиотики как науки об использовании знаков.

6.1. Альтернативные оценки роли определений понятий истин

По мнению Аристотеля, «определение есть высказывание, обозначающее сущность вещи». Хотя определение осуществляется с помощью языка и в нем фигурируют понятия и высказывания, оно фиксирует внутреннюю природу вещей (истин), самостоятельно существующие предметы (истины). Стагирит пишет: «...очевидно, что определение и суть бытия вещи в первичном и прямом смысле относятся к сущностям. Правда, они сходным образом относятся и к остальному, однако не в первичном смысле». По Аристотелю, цель определения — познание внешней реальности, объективного существования, высшим воплощением которого является индивидуальное — эта **истинная субстанция мира**. Как видно и из

приведенной цитаты, он допускает и другие сущности, которые могут быть определены,— так называемые вторичные сущности. Т. Кортарбинский ставит ему в упрек именно это отклонение от субстанциалистской концепции.

Номинальные определения (которые Аристотель выделяет, хотя и не использует для них специального понятия) выражают **содержание или смысл понятия**. Они осуществляются в границах языка и устанавливают отношение взаимозаменимости различных его выражений, способствуют обогащению словаря того, кто дает определение, новыми выражениями и понятиями.

Наконец, **третья познавательная функция определений — служить первыми началами доказательств**. Действительно, чтобы обосновать доказательство, не впадая в бесконечность, следует принять некоторые определенные исходные понятия путем непосредственного их соотнесения с сущим.

Не вдаваясь здесь в детали аристотелевской концепции определения, отметим, что по мнению Аристотеля **определения выполняют** по меньшей мере следующие **три функции**: **выражают сущность класса предметов (истин), что достигается с помощью ранее добытых знаний и уже известных выражений; уточняют или вводят новое значение понятия или выражения; в доказательстве они играют роль его начал и облегчают саму процедуру доказательства.**

Против аристотелевской точки зрения на роль определений в познании, господствовавшей на протяжении веков в формальной логике, выступил представитель скептицизма Секст Эмпирик, живший в конце II — начале III века н.э. По его мнению, определения бесполезны и не играют никакой роли ни в познании, ни в процессе обучения.

Секст Эмпирик приводил следующие аргументы.

Человек, не знающий предмета, не может дать его определения. Когда же он познал предмет и может его определить, то посредством определения он лишь выражает явно то, что уже узнал, но тогда определение не помогает ему познать природу вещи. **Определение не есть познание, оно выступает только как дополнение к уже осуществленному акту познания.**

Допуская, что определения могут быть полезными в познании, и каждый раз строя определяющее с помощью новых понятий истин, в свою очередь, нуждающихся в определении, мы впадаем в бесконечность. Если же допустить, что некоторые понятия истин можно считать *понятными* без определения и принять их в качестве таковых, то с точно таким же основанием можно допустить в качестве понятных и понятия, которые до сих пор вводились через определение.

Определения не необходимы и в обучении, ибо если тот, кто осуществляет определение, пришел к познанию определяемой вещи без помощи определения, то таким же путем могут достигнуть соответствующего знания и другие люди.

Наконец, всякое определение опирается на предварительные знания, от которых оно так или иначе зависит; следовательно, оно не может способствовать их объяснению. Определение увеличивает количество вопросов и сомнений. Интерес к определению и использование определений в повседневной жизни и в познании кажется Сексту Эмпирику чем-то искусственным и смешным.

«Так, например (скажем что-нибудь и ради шутки), если бы кто-нибудь, желая узнать от другого, не встретился ли ему человек, едущий на лошади и влекущий за собой собаку, поставил ему вопрос так: «о, разумное, смертное животное, способное к мышлению и знанию, не встретилось ли тебе животное, одаренное смехом, с широкими когтями, способное к государственной науке, поместившее закругление зада на смертное животное, способное ржать и влекущее за собой четвероногое животное, способное лаять?»».

Приведенный отрывок, действительно, вызывает улыбку. Это, однако, проистекает не из бесполезности определения в познании, а из замены общих имен в банальном предложении индивидуальными дескрипциями без соответствующей спецификации конкретных обстоятельств. Если отвлечься от иронии мыслителя-скептика, вышеприведенные критические замечания заслуживают внимания.

Остановимся сначала на первом замечании. За определением не признается никакой роли в процессе получения новых знаний. Это мнение разделяют многие исследователи, которые полагают, что операция определения и вообще логические приемы осуществляются лишь после того, как завершился творческий этап познания.

Какую позицию здесь занять? Прежде всего следует различать формально-логическую теорию определений как изучение его механизма и общих условий и конкретные способы применения определений в актах научного творчества, в дидактическо-воспитательной деятельности и в повседневной жизни. Неправильное применение тем или иным исследователем операции определения в процессе своего научного творчества столь же мало влияет на справедливость логической теории определения, сколь неумелое применение каким-нибудь инженером или экономистом алгебраических теорем — на их истинность. **Построение ученым оригинального определения понятия истины в большинстве случаев есть спонтанный логический акт, не изолированный от**

психологических, лингвистических или материально-технических компонентов познания.

Для объяснения акта выработки совершенно нового, оригинального определения понятия истины нам представляются важными два аспекта. Первый аспект — это структура и словарь ранее усвоенного исследователем специального научного языка, второй аспект — собственный научный опыт ученого, осуществленные им наблюдения и эксперименты, ощущения и образы, возникающие при непосредственном контакте с предметом познания. **В эмпирических науках введение нового определения понятия истины часто является формой перевода информации, полученной познающим субъектом индивидуально через код восприятий, в языковое выражение, обладающее общезначимым смыслом.**

Оригинальное определение понятия истины — это новый способ организации значимых элементов, выражений с определенным смыслом, которыми оперирует наше мышление. Определяя новое понятие истины и формулируя новое имя для него, мы тем самым вводим в обращение новый значимый элемент, который в последующем смогут употреблять и другие субъекты. Конечно, введение нового определения понятия истины можно понимать и исключительно как следствие анализа понятий некоторого установленного научного языка, когда автор определения не имеет опыта непосредственных действий с определяемыми предметами. В таком случае язык выступает как потенциально бесконечный ряд выражений, в которых сконцентрирован социальный опыт и с помощью которых могут осуществляться последовательности операций по переработке информации, установление тождества значения и смысла двух выражений. **Первичный акт определения понятия истины, тесно связанный с пониманием исследуемых предметов (истин) и событий, активно участвует в процессе получения новых знаний, будучи общим приемом формирования понятий истин и анализа их содержания на основе других ранее усвоенных понятий истин.**

Что касается второго довода Секста Эмпирика, то еще Аристотель создал, что **определение понятий не может уходить в бесконечность.** Определения понятий истин в конечном итоге должны опираться на нечто иное, нежели понятия и выражения. **Денотатом начальных определяющих выражений являются материальные предметы и события.** В основе операции определения понятия истины лежит остенсивное познание, непосредственное восприятие предметов реальности (истин) в процессе практической деятельности. Обращение к онтологии неизбежно, таким образом, как для логики, так и для теории познания.

Третий аргумент Секста Эмпирика (отрицающий пользу определений в обучении и воспитании) с самого начала кажется наиболее сомнительным из всех. Мыслитель-скептик, по-видимому, игнорирует тот факт, что познание осуществляется индивидом не изолированно, а во взаимосвязи с обществом, взаимосвязи, которая опосредствована языковым общением. С помощью определения, адресованного обучающемуся субъекту (или субъектам) и содержащего понятные ему термины, воссоздается содержание понятий. Оно обозначается единым понятием (*Dfd*), принадлежащим субъекту, осуществляющему определение.

Таким образом, определение понятия истины предстает перед нами как форма коммуникации двух или более субъектов логической деятельности. Его познавательная эффективность выявляется в рамках коммуникативного процесса и состоит в усвоении субъектом логической деятельности нового понятия, в уточнении его значения и смысла. **Посредством определения понятия истины — фундаментальной операции в рамках коммуникации людей — отдельный познающий субъект имеет возможность воспользоваться информацией, добытой, проверенной и объективированной человечеством в процессе ее практического применения, в ходе исторического развития познания.**

Вопреки мнению Секста Эмпирика операция определения понятия истины играет полезную роль в процессе обучения, в актах передачи накопленных знаний от старших поколений к последующим. После того как дети остенсивным путем усваивают значение первых слов, смысл большинства выражений и понятий, составляющих словарь взрослого индивида, постигается с помощью явных или неявных определений. Сообщение и определение, приемы дискурсивного познания вообще экономят силы познающего субъекта, помогают ему усвоить уже сформировавшиеся в ходе истории познания понятия истин и идеи, избавляя его тем самым от трудностей, сопряженных с приобретением этих понятий на собственном опыте.

Мы остановились столь подробно на воззрениях Аристотеля и Секста Эмпирика потому, что они сформулировали свои позиции особенно четко и категорично, и эти позиции радикально противоположны.

Аристотель видит в определениях средство, дающее возможность познать предмет, раскрыть его сущность. Секст Эмпирик, наоборот, отрицает какую бы то ни было роль определений в познании. Последующая история проблемы представляет собой колебания между этими двумя концепциями. В ходе ее в понимание функций определений в процессе познания были внесены дальнейшие уточнения. Отметим вкратце некоторые из них.

Для Декарта определения — средство обретения ясных и отчетливых идей. Он, как позднее Лейбниц, подчеркивал необходимость определения понятий, видя в этом условие эффективности рационального действия. Арно и Николь, авторы «Логики Пор Рояля», продолжали картезианскую традицию, формулируя требование **исключать неясные понятия путем использования явных определений.** Они подчеркнули роль определений в разработке дедуктивных систем. Заслугой Арно является указание на такую **функцию определения, как сокращение.** Паскаль также считал, что роль определений в познании состоит в **уяснении понятий и сокращении выражений нашего языка.** Он показал важность номинальных определений в геометрическом рассуждении. Назначение определений состоит не в раскрытии природы определяемых вещей, а в том, чтобы опосредовать обозначение предметов. По мнению Джона Локка, которое уже приводилось ранее, определение служит для раскрытия значения одного слова при помощи нескольких других несинонимичных понятий. Разделяя взгляд на определение как на средство установления содержания и объема понятия, Локк не сводил его виды к определению через ближайший род и видовое отличие, он допускал, что можно определять понятие, указывая раскрывающие его смысл идеи. Следует отметить, что Локк, как и Аристотель, считал, что **определение есть процесс, осуществляющийся между двумя или несколькими собеседниками.** В этом видно некоторое предвосхищение трактовки определения с точки зрения семиотической концепции коммуникативного процесса.

Лейбниц среди других функций определений отмечал их роль в исчислении, в дедуктивной системе. Эта функция базируется на возможности замещать определяемое определяющим и наоборот.

Построение логико-математических систем раскрыло новые логические и методологические функции определений и привело к формулированию дополнительных требований к их употреблению.

Для Фреге, как и для Декарта, основное достоинство определения состоит в таком уточнении значения и смысла понятия, чтобы в отношении любого предмета (истины) можно было решить, приложимо ли к нему данное понятие или нет. **Определение понятия истины должно исключать двусмысленность, использование одного и того же понятия в различных смыслах, устранять возможное смешение предмета и его имени.** У Фреге теория определений является как бы дополнением его стремлений построить искусственный язык, адекватный дедуктивному изложению логики и

математики. Вместе с тем для интерпретации определений он использует некоторые понятия логической семантики.

Для многих логиков определение — это соглашение относительно использования языка, лингвистическое средство сокращения выражений в символическом языке или правило взаимной замены двух формул. Взгляды некоторых логиков будут рассмотрены в ходе дальнейшего изложения.

6.2. Определение понятия истины и практическая деятельность

Если допустить, что определение понятия истины не есть исключительно логическая и чисто формальная операция, то надо допустить также, что **теорию определения понятия истины следует рассматривать в более широком плане — в плане познания и практической деятельности человека в целом.** При таком подходе первая функция определения понятия истины — *практически-операциональная*, и состоит она в указании коммуникантам некоторых критериев отождествления и различения предметов, событий и действий, т.е., одним словом, истин. **Прежде чем различать независимые понятия истин, говорить о «сущности» класса явлений, люди различают истинные предметы, события, действия.** С этой точки зрения представляется оправданным ассоциировать операцию определения понятия истины с различными практическими действиями по отождествлению и различению материальных предметов (истин).

Практически определению понятия истины предшествуют физические операции выделения или отбора предметов (истин), обладающих одним и тем же свойством. Следовательно, можно говорить об «экспериментальной» интерпретации акта определения понятия истины. Конечно, определение понятия истины нельзя отождествлять с этими действиями. Теория определений возникла из необходимости выработки критериев, действенных для таких операций. Но определение понятия истины можно соотнести с указанными операциями не только благодаря его генезису. Даже в современных условиях, когда получили развитие абстрактные науки, располагающие сложным формальным аппаратом, определения понятия истины не перестают выполняться (как в экспериментальных, так и в прикладных науках) функцию отождествления и различения предметов (истин). Эта видно, например, из широкого использования в физике, химии, биологии, медицине и т. д. операциональных

определений понятий истин, которые позволяют решать, исходя из результата некоторых материальных операций, принадлежит (или нет) истина некоторому классу.

Возьмем, например, утверждение « x — кислота, если, и только если, погруженная в x лакмусовая бумажка краснеет». В этом случае мы не раскрываем сущность химического понятия кислоты, а формулируем практический оперативный критерий, позволяющий решать, относится ли то или иное вещество к классу кислот. Следовательно, операциональные определения понятий истин соотносят понятийный акт с практической деятельностью, они являются инструментом, облегчающим решение вопросов при отборе или классификации, причем в плане реальной деятельности, а не теоретических рассуждений. Получение с помощью операционального определения понятия истины ответа на вопрос, принадлежит истина к данному классу или нет, по существу является применением принципа *tertium non datur* в его онтологическом плане. Тем самым еще раз подтверждается соответствие и единство логического и онтологического в познании и практической деятельности.

Будем считать, что функции, которые выполняют определения понятий истин в практической деятельности, являются весьма важными; они стоят выше тех «абстрактных» функций, которые оно выполняет в теоретическом познании. *Определения понятий истин суть средство отбора, разграничения и классификации истин реальной действительности, и в этом смысле они служат эффективным инструментом практической деятельности человека.*

6.3. Определение понятия истины, язык и познание истин

Помимо упомянутой прагматологической функции, определение понятия истины выполняет также следующие познавательные функции: (1) устанавливает значение (денотат) и смысл понятия истины или, иначе говоря, объясняет его смысл в некотором языке; (2) уточняет смысл некоторого понятия истины или вводит новое понятие истины в язык; (3) позволяет исключать из языка понятие истины (как правило, неизвестное), выявляя его смысл с помощью других (известных) понятий истин; (4) служит средством синтаксическо-вычислительной переработки информации, действуя как правило вывода в доказательствах; (5) служит средством сокращения, концентрирования и совершенствования научного языка; (6) опосредует передачу информации от одного субъекта к другому,

позволяет производить социальное объективирование результатов познания; (7) делает возможным *анализ* понятийного содержания понятия истины или сложного выражения, его разложение на *простейшие определяющие* выражения и, наоборот, синтез содержания понятия истины.

Анализ познавательных функций явных определений понятий истин начнем с семиотической интерпретации акта определения понятия истины, которая предложена в одной из предыдущих глав. Как уже отмечалось, два агента — участники акта коммуникации s_1 и s_2 — находятся относительно определяемого понятия истины β в различных прагматических и познавательных ситуациях. Они находятся в «квазитожественных» или сходных ситуациях в отношении ряда знаков $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ и операции φ в том смысле, что как один агент, так и другой в состоянии их понять и использовать.

Для агента s_2 явное определение истины выступает как способ усвоения смысла понятия истины β на основе тождества смыслов выражений β и $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$. Определение понятия истины здесь предстает перед нами как языковая операция, с помощью которой *расширяется идиолект агента*. В отношении s_1 , особенно в случае уточняющих (разграничительных) определений понятий истин и определений понятий истин стипулятивных, определения понятий истин выступают как *способ построения языковых соглашений*. Из Определения А и рис. 4 становится очевидной фундаментальная познавательная функция определения понятия истины: субъект логической деятельности s_1 , предлагающий определение понятия истины, устанавливает для воспринимающего определение субъекта s_2 значение или смысл понятия истины β , тем самым расширяя словарь последнего. Точность установления агентом s_2 значения и смысла понятия истины β и, следовательно, восприятия определения понятия истины зависит от точности понятий истин $\alpha_1, \dots, \alpha_n$, от степени строгости их использования с тем же значением и в том же смысле в идиолектах I_{s_1} и I_{s_2} .

Когда два различных субъекта логической деятельности придают одно и то же значение (смысл) одному и тому же понятию истины, то это — результат усвоения единого языка L , проверки и уточнения понимания понятия истины в процессе предшествующих актов коммуникации, в которых принимали участие эти субъекты, вместе с другими, говорящими на том же языке.

Из вышесказанного следует также, что *высказывание агентом s_1 определяющего $\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ равносильно построению им для агента s_2 экспликации понятия истины β , первоначально неизвестного послед-*

нему. Таким образом, акт объяснения понятия истины состоит в анализе его значения, смысла или содержания, а также в умении передать их исключительно с помощью понятий истин, понятных или известных субъекту логической деятельности, которому адресовано объяснение.

Очевидно, что объяснение понятия истины относительно, поскольку оно зависит от класса субъектов логической деятельности, которым оно адресовано, от множества входящих в объяснение понятий истин, имеющих определенное значение и смысл. Объяснение неизвестного понятия истины в конечном итоге есть сведение этого понятия к совокупности известных понятий истин, причем определение понятия истины выступает здесь как одна из операций, опосредующих объяснение. Во многих логико-эпистемологических работах, посвященных теории объяснения, упускается из виду объяснительная функция определений и подчеркивается лишь тот факт, что объяснение — вывод предложения, описывающего элемент теории или логический закон, сопряженный с экзистенциальным предложением. Два субъекта логической деятельности — участники операции определения находятся в неодинаковом отношении к определительному предложению. Если для воспринимающего субъекта акт высказывания определения означает объяснение понятия β , правило, обосновывающее введение понятия в его собственный язык I_{s_2} , то для субъекта логической деятельности, строящего определение, оно означает лишь возвращение к анализу содержания понятия β , утверждение эквивалентности значений или смыслов, уже познанных им ранее. Для s_1 определение — лишь акт повторения или обучения, в котором он играет роль преподавателя; для воспринимающего обучающегося субъекта s_2 акт определения означает усвоение смысла нового понятия, установление связи между некоторой информацией и знаком. Таким образом, можно говорить об асимметрии позиций обоих агентов, участвующих в операции определения.

Выделяем три типичных ситуации, в которых может находиться субъект логической деятельности, дающий определение понятия истины:

- (1) ситуацию, в которой s_1 *знает* содержание и значение определяемого понятия истины и лишь *воспроизводит* их для своего собеседника s_2 ;
- (2) ситуацию, в которой s_1 *воспроизводит* и *частично видоизменяет* правило, связывающее значение определяемого понятия истины с значением определяющей дескрипции;

(3) ситуацию, в которой s_1 впервые в рамках языка L дает определение понятия истины независимо от того, имеется (или нет) собеседник, которому можно было бы сообщить это определение.

В отличие от случая, когда в целях обучения какого-то субъекта логической деятельности определение понятия истины лишь *воспроизводится* и когда понятие истины β обладает новизной лишь для воспринимающего субъекта s_2 , в последнем из рассмотренных случаев понятие истины β является новым для любого субъекта логической деятельности, говорящего на языке L . Определяющий субъект *вводит* в прямом смысле этого слова понятие истины для значения, выделенного ранее в результате своего собственного остенсивного и дискурсивного опыта. Этот вид определений понятий истин, с помощью которых вводится понятие истины, новое для любого субъекта логической деятельности, будем называть *новаторскими переквалифицирующими определениями понятий истин*. Задача такого определения понятия истины — присвоить название новому смыслу (понятию или значению), выделенному определяющим агентом с помощью комбинации понятий истин, уже существующих в его языке. Это типичная форма *социальной объективации результатов познания индивида с помощью языка*.

Могут иметь место и такие переквалифицирующие определения понятий истин, которые не несут принципиально нового значения (ситуация 2 из описанных выше трех ситуаций или ситуация группы 6, представленная на табл. 1), а лишь вносят некоторые уточнения в смысл понятия истины, уже имеющегося в языке или словаре какой-либо научной дисциплины. Такого рода определения понятий истин будем называть *уточняющими переквалифицирующими определениями понятий истин*.

Агент, который формулирует определение понятия истины, уже знает значение или смысл (понятие), подпадающие под это определение (знает их в результате своего практического опыта и остенсивного познания или благодаря использованию некоторых уже известных понятий истин). Для него **определение понятия истины выполняет роль средства сокращения или концентрирования информации, содержащейся в используемых им знаках**. Вновь сформулированное понятие истины благодаря определению обозначается не сложным аналитическим выражением, а именем или символом. Таким образом, научное знание становится более концентрированным, естественный язык частично заменяется символическим.

Определение понятия истины служит не только средством введения нового понятия истины в научную теорию или в естественный язык, оно есть также средство обоснованного устранения или

исключения понятия истины. «Чтобы устранить из формулировки задачи некоторое специальное понятие, — пишет Д. Пойа, — мы должны знать его определение». Исключение специальных понятий происходит часто в популярной научной литературе или в процессе дискурсивного разъяснения проблемы менее сведущим читателям. Устранение специального понятия из текста осуществляется путем замещения всех его вхождений определяющей частью перекалифицирующего определения, с помощью которого оно было введено. При этом размеры текста увеличиваются, число знаков возрастает, но вместе с тем текст становится более *доступным и понятным*. *Между объясняющей способностью и доступностью текста, с одной стороны, и его краткостью — с другой, имеет место обратное отношение.* Чем большее количество информации заключено в отдельном знаке, то есть чем короче текст, тем меньше доступность и относительная объясняющая способность выражений и формул соответствующего языка; и наоборот, удлинение текста в результате замены специальных понятий выражениями естественного языка сопровождается увеличением доступности и относительной объясняющей способности предложений и фраз данного языка. Большинство научных дисциплин тяготеют к увеличению краткости и концентрированности, к возможному минимуму знаков. Это привело во многих науках к созданию специализированных символических языков, недоступных для непосвященных. Как говорит Р. Оппенгеймер, **происходит возрастающее отчуждение мира науки от мира естественного языка**. Говорят даже о пропасти между интеллектуальным миром ученого и миром людей, изучающих с помощью естественного языка фундаментальные проблемы человека. Вне всякого сомнения, определению принадлежит важная роль в наведении мостов между специализированными языками и естественным языком.

6.4. Определение понятия истины и исчисление

Определения понятий истин выполняют синтаксическую функцию; им принадлежит значительная роль как в исчислениях, математических и логических доказательствах, так и в переработке информации в естественном языке. Как отмечалось выше, семантический аспект определений понятий истин заключается в установлении значения и смысла понятия истины, отношения между определенным понятием истины и некоторыми внеязыковыми предметами (десигнатом); синтаксический аспект определений понятий истин состоит в

постулировании взаимозаменяемости определяемого и определяющего выражений во всех случаях их вхождения в речь или текст. В силу тождества значения и смысла знаки, используемые для определяемого, и знаки, используемые для определяющего, взаимозаменяемы (эта синтаксическая функция определения понятия истины была обозначена нами ранее символом \Leftrightarrow). Обычно при оперировании определением понятия истины абстрагируются от семантической основы этой замены, а отношение между именем (β) определяемого объекта и определяющим выражением ($\varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$) рассматривают исключительно как отношение между знаками-посредниками; сохраняется лишь строго *операциональный* аспект: разрешение взаимозамены выражений, стоящих по обе стороны от знака \Leftrightarrow . Таким образом, определение понятия истины выступает как *правило вывода в исчислении*, правило, представляющее собой последовательность «квазисемантических» операций. Формула, выражающая определение понятия истины, приобретает *предписывающие — прескриптивные — операциональные функции*. Для иллюстрации синтаксической функции определения понятия истины, его роли в доказательствах или логических исчислениях приведем два примера, касающихся исчисления высказываний.

Рассмотрим аксиоматическую систему исчисления высказываний Гильберта и Аккермана, записанную в символике Лукасевича.

Следуя Ю. М. Бохеньскому, в качестве исходных элементов языка примем одноместный оператор N и двуместные операторы A, K, C, E, а также двуместный оператор Шеффера D; кроме того, элементами языка являются пропозициональные переменные p, q, r, s, \dots Правила образования: (а) каждая переменная есть (переменное) высказывание; (б) всякое высказывание, к которому слева приписана буква N, есть тоже высказывание; (в) если слева от написанных друг за другом высказываний написать один из знаков A, C, D, E и K, то в каждом из этих случаев тоже получается высказывание. *Правилами вывода* служат: правило подстановки, правило подстановки по определению и правило отдаления (*modus ponens*). Аксиомами являются формулы;

1. $CAppp$

2. $CpAqq$

3. $CApqAqp$

4. $CCpqCArpArq$.

Вводятся следующие определения:

1. $Np =_{Df} Dpp$
2. $Apq =_{Df} DNpNq$
3. $\cdot Cpq =_{Df} ANpq$
4. $Kpq =_{Df} NANpNq$
5. $Epq =_{Df} KCpqCqp$.

Доказательство теоремы $CCpqCCrpCrq$ содержит следующие шаги. В аксиому 4 осуществляется подстановка формулы Nr вместо формулы r , что дает:

(1) $CCpqCANrpANrq$; к (1) дважды применяется определение (3), причем один раз в нем предварительно произведена подстановка r на место p и p на место q , а второй раз — только подстановка r вместо p , что дает

(2) $CCpqCCrpCrq$, что и требовалось доказать.

В данном случае определение $Cpq =_{Df} ANpq$ играло роль посредствующего звена при замещении выражений $ANrp$ и $ANrq$, в которых отсутствовал знак импликации, выражениями Crp и Crq , в которые этот знак входит. Такую операцию можно считать чисто механической, осуществляющейся в соответствии с данными синтаксическими правилами независимо от какой-либо интерпретации. Результат операции можно истолковать в понятиях логической теории. Интерпретируя материальную импликацию в понятиях логического следования, формулу (2) можно прочесть следующим образом: если из p следует q , то если p следует из r , то и q следует из r , или иначе: antecedent antecedenta является antecedentом consequenta.

Второй пример. Предположим, что мы хотим проверить с помощью приведения к конъюнктивной нормальной форме, является ли формула $CCKpqrCKNrqn$ логическим законом, логическим противоречием или выполнимой формулой. Для этого мы последовательно применяем определение, которое позволяет исключать знак импликации, а также правила логики высказываний, выражающие закон снятия двойного отрицания, закон де Моргана, законы ассоциативности и дистрибутивности для конъюнкции и дизъюнкции и некоторые другие. В конечном счете, если исходное выражение является логическим законом, мы приходим к такой конъюнкции элементарных дизъюнкций, в которой каждая дизъюнкция содержит по крайней мере одну переменную вместе с ее отрицанием.

В приведенной ниже последовательности формул слева дано исходное выражение и результаты его последовательного преобразования, а справа — некоторые из тех определений и правил, которые приме-

няются (к формулам, написанным слева), чтобы осуществить переход к следующему выражению:

- | | |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1°. $ССКpqrCKNrqn$ | $Сpq = {}_{Df}ANpq$ |
| 2°. $CANKpqrANKNrqn$ | $Сpq = {}_{Df}ANpq$ |
| 3°. $ANANKpqrANKNrqn$ | $NKpq = ANpNq$ |
| 4°. $ANAANpNqrAANNrNqNp$ | $NNp = p$ |
| 5°. $ANAANpNqrAArNqNp$ | $NArq = KNrNq$ |
| 6°. $AKNANpNqNrAArNqNp$ | $NApq = KNpNq$ |
| 7°. $AKKNNpNNqNrAArNqNp$ | $NNp = p$ |
| 8°. $AKKpqNrAArNqNp$ | |
| 9°. $KKAAAпNпNqrAAAqNпNqrAAANrNпNqr$ | |

Как в первом, так и во втором примерах определения служили правилами вывода. В первом случае, отправляясь от аксиомы и используя правила, мы построили вывод формулы (тезиса) в рамках формализованной аксиоматической системы. Определение здесь позволило дважды ввести двуместный функтор (оператор) C ; а именно, благодаря определению \exists в формуле (1) оказалось возможным произвести замещение выражений $ANrp$ и $ANrq$ соответственно выражениями $Сrp$ и $Сrq$. В результате мы получили новую доказуемую формулу — тезис — этой системы.

Во втором примере определения были использованы в эквивалентных преобразованиях: с их помощью мы получили формулу, эквивалентную исходной (это видно из того, что таблицы истинности формул 1° и 9° совпадают: обе формулы принимают одинаковые значения при одних и тех же значениях переменных), но отличающуюся от нее набором символов и структурой. Интерес к «каноническим», или «нормальным», формам, подобным той, к какой мы привели формулу 1°, вызван тем, что они позволяют решать вопрос, является ли данная формула тезисом, исключительно по форме выражения.

6.5. Определение понятия истины и аксиоматизация

Одновременное использование семантико-десигнативной и синтаксически-вычислительной функций определений понятий истин сделало возможным сведение с их помощью словаря ряда дисциплин к некоторому числу *исходных понятий истин*, или *первоначальных определяющих выражений*. Выявление этих исходных понятий истин или элементарных понятий истин и отношений между ними,

выраженных в *аксиомах, постулатах, принципах*, является предварительным условием дедуктивно-аксиоматического построения соответствующей области знания.

Исходные определяющие выражения не могут быть охарактеризованы в рамках дискурсивного познания. Их постижение происходит остенсивно, на основе чувственного познания, в ходе непосредственного восприятия мира в процессе практической деятельности. Попытка дискурсивного определения исходных понятий истин неизбежно ведет к порочному кругу, к использованию в определяющем понятии, которые не были предварительно определены и обычно определяются посредством исходных понятий истин.

Вместе с тем отказ от идеи исходных определяющих выражений, обоснование которых выходит за границы языка, неизбежно ведет к бесконечности, ибо всякое данное определение понятия истины предполагает другие два, три или более определений понятий истин. Следовательно, надо допустить, что смысл некоторых понятий истин устанавливается не с помощью языковых определений, а другим путем; что **первичные навыки называть предметы (истины) и употреблять слова человек приобретает ассоциативным путем, в практической деятельности, в ходе которой устанавливается связь между употреблением некоторых знаков, жестов, звуков и т. д. и событиями, предметами, явлениями, органическими и психическими состояниями. Операция именованя предшествует операции определения понятия истины.**

В таком случае определение понятия истины предстает перед нами как процедура в рамках установленного языка: она не является первичной, с одной стороны, и не может уходить в бесконечность — с другой. **Как отмечал Б. Паскаль, лучше не пытаться все доказывать или определять, но вместе с тем следует допустить, что некоторые вещи могут быть определены.** В этой промежуточной ситуации нужно воздерживаться от того, чтобы определять ясные и понятные всем людям вещи, и следует определять остальные. Последовательное использование определений понятий истин позволяет анализировать понятия словаря науки, устанавливать иерархии степеней их сложности, объясняющей силы и в конечном счете выявлять исходные определяющие элементы.

Прогресс познания в ряде наук позволил тщательно проанализировать их понятия и словарь, вычленив исходные понятия и элементарные отношения, прояснить начальные принципы. Благодаря этому удалось осуществить аксиоматическое изложение евклидовой геометрии, арифметики, механики, некоторых разделов физики, биологии и т. д. **Аксиоматизация является, как правило, не начальным, а**

завершающим этапом познания в данной научной дисциплине. Как мы уже отмечали, ей предшествует анализ понятий истин, сведение языка науки к исходным терминам. Первостепенное внимание к исходным понятиям истин — исторически обусловленное явление и выражает лишь один из способов организации в систему совокупности добытых знаний.

Ни один из способов организации знаний нельзя абсолютизировать. Большинство научных дисциплин совместимо с различными способами организации, структурированными в **логико-дедуктивные системы.** Различные подходы отличаются, в частности, и тем, что в качестве исходных элементов выбираются различные понятия истин, а остальные определяются на базе принятых исходных понятий истин. Так, построение исчисления высказываний можно осуществить, беря в качестве исходных понятий: N и K, или N и A, или N и C, или N, K и E, или один штрих Шеффера, обозначенный в предыдущем параграфе через D. Во всех этих случаях остальные операторы могут быть с помощью определений *введены* (определение выполняет здесь функцию сокращения) или, напротив, если это требуется, *исключены*, или заменены выражениями, содержащими только исходные понятия. В приведенной ранее системе определения 1—5 позволяют исключать из формул и доказательств символы N, A, C, K, E. Так, определение $Np =_{df} Dpp$ позволяет исключить одноместный оператор N, отождествляя отрицание предложения с предложением, несовместимым с самим собой. (Фактически предложение, несовместимое с самим собой (самонесовместимое предложение), следует отождествлять не с отрицанием, а с ложностью предложения. Но утверждение ложности предложения можно интерпретировать как отрицание его истинности, то есть как отрицание предложения). Второе определение, вводящее символ A, использует в *Dfn* символ N, введенный ранее с помощью D. Третье определение, вводящее символ C, содержит символ A, сводимый в соответствии с определением 2 к символам D и N; четвертое определение, вводящее символ K, использует символы N и A, уже введенные прямо или косвенно через D.

Это же имеет место и в определении 5, которое вводит символ E; в его определяющую часть также входят лишь понятия, сводимые прямо или косвенно к D.

Последовательное осуществление операций подстановки, выполняемых с помощью этих пяти определений, позволяет привести любую формулу исчисления высказываний, в которую входят функторы N, A, K, C, E, к формуле, содержащей только D.

Прежде чем проиллюстрировать это на примерах, исключим из определяющих частей определений 2—5 последовательно символы А, С, К, Е (справа от равенств названы те определения либо правила логики, по которым равенство получено из ему предшествовавшего) :

$$1^\circ. Np =_{Df} Dpp$$

$$2^\circ. Apq =_{Df} DNpNq \\ = DDppDDqq \text{ (по определению 1)}$$

$$3^\circ. Cpq = ANpq \\ = DNNpNq \text{ (по определению 2)} \\ = DpNq \text{ (по правилу снятия двойного отрицания)} \\ = DpDqq \text{ (по определению 1)}$$

$$4^\circ. Kpq = NANpNq \\ = NADppDqq \text{ (по определению 1)} \\ = NDNDppNDqq \text{ (по определению 2)} \\ = NDDppDppDDqqDqq \text{ (по определению 1)} \\ = DDDppDppDDqqDqqDDDppDppDDqqDqq \text{ (по определению 1)}$$

$$5^\circ. Epq = KCpqCqr \\ = KDpDqqDqDpp \text{ (по определению (3))} \\ = DDDpDqqDpDqqDDpDqqDpDqqDDDq \\ DppDqDppDDqDppDqDppDDDDpDqqDpDqq \\ DDpDqqDpDqqDDDqDppDqDppDDqDppDq \\ Dpp \text{ (по определениям 4 и 3).}$$

Если добавить к этим определениям, излагаемым у Бохеньского, определение строгой дизъюнкции:

$$6^\circ. Jpq = NEpq,$$

то выражение этой дизъюнкции через единый символ D представляло бы собой формулу, состоящую из двукратного написания выражения через D для Epq , к которому слева приписан еще один символ D.

Для передачи Kpq , Epq и Jpq в языке, из числа операторов содержащем только D, мы располагаем несколько более простыми формулами, чем вышеприведенные. А именно:

4°. $Kpq = DDpqDpq,$

5°. $Epq = DDDpDqqDqDppDDpDqqDqDpp,$

6°. $Jpq = DDDDpDqqDqDppDpDqqDqDppDDDDpDqqDqDppDDpDqqDqDpp.$

Очевидно, что определяющее в определении 4° утверждает несовместимость несовместимости p и q , что означает их совместимость, то есть конъюнкцию. Второе определение (5°) легко получить, если к $Epq = KСpqCqr = KDpVqqDqDpp$ применить приведенное выше определение для Kpq , приняв, что p — это $DpDqq$, а q — это $DqDpp$. Определение для Jpq мы получаем, приняв, что оно означает отрицание формулы Epq , то есть ее самонесовместимость. Применение этих правил обеспечивает сведение всякой формулы исчисления высказываний к формуле, в которой появляется единственный оператор D .

Рассмотрим еще два примера исключения операторов по определению. Возьмем закон контрапозиции $CpqCNqNp$ и элиминируем из него C и N .

1. $CCpqCNqNp$

2. $CCpqCDqqDpp$ (по определению 1)

3. $CDpDqqDDqqDDppDpp$ (по определениям 3° и 2°)

4. $DDpDqqDDqqDDppDppDDqqDDppDp$
(по определениям 3° и 2°).

Закон экспортации импликации имеет вид $CCpqrCpCqr$; исключим C и K .

1. $CCKpqrCpCqr$

2. $CCKpqrCpDqDrr$ (по определениям 3° и 2°)

3. $CCDDpqDpqrDpDDqDrrDqDrr$ (по определениям 4°, 3° и 2°)

4. $CDDpqDpqrDrrDpDDqDrrDqDrr$
(по определениям 3° и 2°)

5. $DDDpqDpqrDrrDDpDDqDrrDqDrrDpDDqDrrDqDrr$
(по определениям 3° и 2°).

Первое, что бросается в глаза при употреблении определений для исключения из языка исчисления высказываний знаков некоторых функторов,— это значительное удлинение формул. Существует

обратное отношение между числом исходных знаков и длиной (количеством знаков) выражений, передающих один и тот же логический тезис. Это можно видеть и из простого сравнения выражений 1 и 4 или 1 и 5 в последних двух примерах.

Во-вторых, уменьшение числа исходных знаков, по крайней мере в некоторых логических и алгебраических системах, как будто затрудняет понимание семантического и операционального смысла формул; из этого можно заключить, что как в естественных языках, так и в языках, построенных для специальных научных целей, неизбежно должны присутствовать знаки, выполняющие функцию сокращения выражений. Как мы видели, **типичным способом выполнения этой функции в научном языке являются стипулятивные определения**.

Процедура, противоположная процедуре сведения информации к исходным понятиям истин, — это введение новых понятий истин в целях сокращения. Она, как видно из рассмотренного материала, играет значительную роль в построении языка науки.

Выполняя функции исключения и введения терминов, определения понятий истин служат оптимизации множества используемых в языке знаков в соответствии с требованиями передачи, переработки и восприятия значимой, осмысленной информации познающими субъектами.

Заключая изложенное в последних двух параграфах, отметим, что синтаксическая функция определений понятий истин состоит в превращении их в рамках дедуктивных и формальных систем в *правила вывода в исчислении*; это облегчает получение новых предложений или тезисов. Далее, определения понятий истин используются при переработке последовательности знаков, выражающих пропозициональный тезис; такая переработка ведет в конечном счете к формуле, которая эквивалентна исходной, но имеет иную структуру, дает новую информацию о первоначальном выражении. Наконец, сведение к исходным понятиям истин, хотя оно и не исключает полностью семантические аспекты, происходит в ряде случаев как типично синтаксическая операция, которая регламентирует в зависимости от задач процесса коммуникации, анализа или синтеза множество используемых знаков.

6.6. Определение понятия истины и обучение

Определение понятия истины не только опосредует «механическую» замену одного понятия истины другими; оно облегчает также воссоздание смысла или понятия истины, обозначаемого понятием

истины. Обращение к определению, на котором настаивал Б. Паскаль, замена специального понятия его определением — обычный прием в математических доказательствах. С его помощью проблема, сформулированная на специальном техническом языке, «переводится» на научный язык, доступный более широкому кругу собеседников, или даже на обычный язык.

Определения понятий истин помогают уяснению содержания проблем. Будучи первоначально сформулированными в большинстве случаев одним познающим субъектом, определения понятий истин почти всегда *используются* многими индивидами; **они становятся инструментами, применяемыми не только для различения и выделения классов материальных предметов и событий, но и для различения идеальных предметов, различных смыслов или значений, придаваемых знакам языка.** Определения понятий истин *раскрывают интерсубъективное значение понятий истин, характеризуют их объективное содержание.* **Благодаря определениям понятий истин слова утрачивают неясность, их денотативная и коннотативная функции приобретают четкость.**

Можно сказать, что определения понятий истин делают наши знания общедоступными, детерминируют основные значения, в которых мы используем понятия языка, дают возможность образовывать в умах различных познающих субъектов одни и те же понятия истин.

Определения понятий истин играют большую роль в социально-исторической объективизации и фиксации знаний некоторой эпохи в языке науки; **они способствуют сохранению и переработке информации и в особенности ее усвоению все более широкими кругами познающих субъектов.** Это последнее обстоятельство объясняет, почему определение понятия истины интересует не только логику, но в еще большей мере эпистемологию, педагогику, лингвистику и психологию. Исследуя условия и методы получения новых знаний всеми познающими субъектами, эпистемология изучает и то, как новая идея или понятие истины фиксируются в интерсубъективно-коммуникабельных языковых выражениях.

Определение понятия истины и язык суть средства социальной оценки результатов познания индивидуального субъекта. Таким образом, **язык как социально-историческое явление предстает перед нами как бесконечный процесс получения, фиксирования, сохранения и преобразования информации.**

Педагогика и особенно дидактика уделяют большое внимание выработке наиболее эффективных методов перевода информации, фиксированной в языке и опыте обучающего субъекта, в язык и в опыт

обучаемых. Вопреки мнению Секста Эмпирика в этой операции **определению** принадлежит едва ли не основная роль. Процесс обучения посредством языка оказывается непрерывным чередованием операции исключения специальных или неизвестных обучаемым понятий путем сведения их к понятиям, им известным, и операции введения новых понятий, выполняющих функцию сокращения в отношении обозначений смыслов, первоначально выраженных в языке аналитически. С точки зрения педагогики теория определения должна давать рекомендации, когда следует прибегать к операции определения и когда эта операция может быть дополнена остенсивным знанием о природе используемых в определении знаков. Она должна также способствовать оптимизации отношений между аналитико-экспликативной и синтетической функциями в соответствии с требованиями обучения как коммуникативного процесса.

В обучении можно встретиться с двумя как бы противоположными тенденциями: с избытком определений, в том числе определений понятий истин, смысл которых известен, и с отсутствием определений для некоторых неизвестных коммуникантам понятий истин. Злоупотребление определениями известных понятий, например, делает сообщение педантичным, бедным с точки зрения содержащейся в нем информации. Отсутствие же определений некоторых фундаментальных понятий истин делает изложение непонятным, неэффективным. Как уберечься от этих крайностей, найдя оптимальный вариант, — это в большей степени проблема «дидактического чутья» и «педагогического искусства». Понимание познавательных функций определений понятий истин, исследование их роли в обучении может до некоторой степени способствовать совершенствованию индивидуального мастерства, столь важного в процессе воспитания, содействовать формированию общих норм и навыков оперирования понятиями.

Теория определений понятий истин неразрывно связана с психическим актом *понимания* понятия истины или выражения данного языка. Когда, на основании каких критериев можно сказать, что субъект *понял* понятие истины или выражение? Достаточно ли для этого простого использования этого понятия в соответствующем контексте? Можно ли свести понимание понятия истины к чисто операциональному аспекту? В какой мере акт понимания слова следует относить к предыдущему операциональному опыту и практической деятельности индивида и в какой мере — к прежним его языковым навыкам и структурам? Это лишь некоторые из капитальных проблем психологии, логики и семантики интеллектуального акта, которые так или иначе связаны с уяснением природы операции определения.

Определения понятий истин можно также изучать независимо от психологических и педагогических аспектов, а именно — **с точки зрения абстрактной теории языка, изложенной в алгебраической форме.** Тут можно исследовать синтаксические взаимосвязи знаков, их зависимость от установленных правил, определимость некоторых выражений в данном языке и т. д.

Поскольку исследование определений понятий истин и их познавательных функций имеет множество различных сторон, только совместные усилия логиков, лингвистов, математиков, педагогов и других специалистов смогут, по-видимому, пролить свет на все аспекты темы, содействовать важным практическим и методологическим выводам.

Наряду с процессами именованья и вывода (дедукцией) определения понятий истин принадлежат к фундаментальным операциям всякого языка. Поэтому нам кажется, что **теорию определений понятий истин** целесообразно разрабатывать с позиций **семиотики**, ибо только такой подход **позволяет рассматривать определения понятий истин одновременно с семантической, синтаксической и прагматической точек зрения.** Определение понятия истины дается и воспринимается различными субъектами логической деятельности, оно выполняет различные комплексные познавательные функции в отношении участников процесса определения: указывает значение и смысл понятия истины; вводит и исключает понятие истины; объясняет и сокращает; определение понятия истины выполняет синтаксически-вычислительную функцию; служит анализу и уменьшению используемых в языке понятий; велика его обучающе-воспитательная и информационная роль. Помимо этого, в большинстве человеческих действий определение понятия истины выполняет операциональную функцию, опосредствуя разграничение и классификацию предметов и явлений.

Определение не всегда выражает сущность явлений. Тем не менее бесспорна роль определений в фиксировании и передаче результатов познания. Более того, в рамках научного познания как формы кооперирования людей постоянно осуществляется отбор определений по их познавательному значению, эвристической и методологической ценности. В этом смысле можно сказать, что **определения некоторых фундаментальных понятий научных дисциплин выражают на уровне данной эпохи сущность соответствующих явлений.**

7. Методы формулирования аналитических определений понятий истин

7.1. Методы формулирования аналитических определений понятий истин на уровне естественного языка.

Методы формулирования аналитических определений разработаны польским логиком Т. Котарбинским. Он указывает на **четыре метода** построения и обоснования аналитических определений: **индуктивный, словообразовательный, филологический и интуитивный.**

Мы воспользуемся методом Т. Котарбинского для построения определений понятий истин

Индуктивный метод построения аналитических определений понятий истин на уровне естественного языка является основным. Им уже широко пользовались античные философы при выработке определений этических понятий (например, Сократ, Платон и Аристотель). Т. Котарбинский воспроизводит анализ Аристотелем понятия «великодушный». Чтобы выработать определение этого понятия, Аристотель рассматривает людей, о которых можно сказать, что они великодушны. Трудность выявления общих отличительных черт для анализируемых в таких случаях предметов (истин) (т. е. трудность осуществления по отношению к ним абстракции отождествления) состоит в том, что анализируемое понятие в различных контекстах далеко не всегда употребляется в одном и том же смысле. Так, Аристотель показывает, что людей типа Сократа называют великодушными потому, что они сохраняют душевное равновесие при всех мыслимых обстоятельствах. Людей типа Аякса и Алкивиада называют великодушными за то, что они не оставляли безнаказанной ни одной обиды. Но кроме указанных значений понятие «великодушные», как указывает Котарбинский, имеет и иной (и притом главный) смысл, а именно когда великодушными называют тех людей, «кто бескорыстно, не считаясь с убытками и собственным трудом, не останавливаясь перед опасностью и издержками, щедро оказывают помощь лицам, взятым на свое попечение, и в то же время со всей возможной терпимостью и чувством собственного достоинства не таят зла за причиненные им обиды...».

Выявление тождества и различий в значениях анализируемого знакового выражения предполагает установление *синонимичности* (тождественности) знаковых выражений. Два знаковых выражения считаются *экстенционально синонимичными* (**имеющими одно и то же**

значение), если они имеют одно и то же обозначаемое (денотат). В противном случае считается, что они не являются экстенционально тождественными, а различными. Эти принципы при формулировании аналитических определений понятий истин применяются на содержательном уровне.

Раскрытие *омонимичности* в употреблении анализируемых понятий истин раскрывается на основе указанных принципов сравнительно просто в тех случаях, когда этим понятием обозначаются множества предметов (истин), не имеющие общих элементов (например, понятие «страна» используется для обозначения государств; понятие «страна» используется для обозначения точек горизонта, стран света — запад, восток, север, юг; он же употребляется для обозначения местности, территории, например, в выражениях «дальние страны», «северные страны»). Границы между различными значениями слова «страна» здесь обозначены достаточно четко. Множества, состоящие из государств, точек горизонта и территорий, не имеют в языке специальных имен. Различия их значений не отображаются в различиях соответствующих имен.

В рассмотренном примере с определением понятия о великодушном человеке мы сталкиваемся с более сложным случаем. Дело в том, что человек типа Сократа может быть одновременно великодушным и в смысле наличия у него тех качеств, которыми обладали люди типа Аякса и Алкивиада, а также и в третьем обычном смысле. Сумма великодушных людей в указанных трех смыслах и их дополнений имеет специальное имя с четко фиксированным значением, а именно имя «человек». Это имя может быть рассмотрено как имя соответствующей предметной области.

В том случае, когда мы встречаемся с употреблением слова «страна», денотаты настолько отличны друг от друга, что дают возможность однозначно решить вопрос, к какому из трех значений принадлежит употребление данного слова в данном контексте. Неопределенность в различиях контекстов в *этом* случае компенсируется определенностью в различиях денотатов.

В примере с контекстуальным определением значения понятия «великодушный» ситуация осложняется еще и тем, что предикат «быть великодушным» является диспозиционным. Свойство «быть великодушным» (в каждом из трех указанных выше значений) проявляется лишь в соответствующих ситуациях и притом так, что в некоторых ситуациях человек может проявить свое великодушие сразу в каждом из указанных выше значений. Это создает условия для крайней неопределенности анализируемых контекстов. Однозначность определения значения слова «великодушный» требует анализа

контекстов большой длины и сопоставления ряда контекстов. **Диспозиционный характер анализируемых свойств делает и предметную область крайне неопределенной, если в ее состав включаются не только люди, но и их различные нравственные качества.**

Выявить с абсолютной точностью все оттенки значений слова «великодушный», видимо, невозможно. Дело в том, что разные контексты имеют различную ценность для анализа, так как эти контексты создаются людьми различных уровней образования, в разной степени владеющих языком. К тому же этих контекстов практически бесчисленное множество. Поэтому один лишь анализ естественного языка дает приблизительные результаты.

Лингвист в создаваемые таким путем определения вносит синтетический момент: **он вносит в них необходимую точность и строгость, стандартизует их значения.** Он прибегает тем самым в процессе познания к тем «огрублениям» и «омертвлениям» действительности, которые всегда свойственны процессу познания.

Словообразовательный метод формулирования аналитических определений, по Т. Котарбицьскому, **состоит в разъяснении значения знаковых выражений на основе их этимологического анализа.** Так, мы можем определить демократию как народовластие. Это определение возникает как перевод с греческого двух составных частей слова «демократия».

В данном случае этимологический анализ приводит нас к определению одного из значений слова «демократия».

В Философской энциклопедии указывается, что термин «демократия» употребляется: «1) для обозначения народовластия; 2) для характеристики государства, которое отличается рядом юридических признаков (признание воли большинства в качестве источника власти и декларирование свободы и равноправия граждан); 3) как синоним прав и свобод граждан».

Значение, которое является этимологическим значением слова «демократия», оказывается определением лишь одного из значений этого слова на современном уровне знания. В этом случае этимологический анализ приводит нас к определению одного из значений слова.

Когда этимологический анализ не приводит нас к современному определению хотя бы одного из значений знакового выражения, тогда этот анализ нельзя считать средством формулирования определений. Так, этимологический анализ слова «трагедия» не привел бы нас к определению значения этого слова в современном его понимании. Это слово состоит из слов *tragos* (козел) и *odia* (пение). Этимологический

анализ привел бы нас к нелепой дефиниции трагедии как козлиного пения. В историко-культурном смысле такой анализ, однако, имеет важное значение, ибо вскрывает генетические корни такого произведения драматургии (соответственно театрального представления). Дело в том, что трагедия как вид театрального представления произошла от обрядовых хороводов, участники которых переодевались в сатиров, похожих на козлов.

От предшествующих двух методов формулирования аналитических определений Т. Котарбинский отличает так называемый **филологический метод**. В отличие от индуктивного метода здесь не прибегают к ссылкам и анализу примеров экстралингвистического характера. **Анализ здесь связан с контекстуальным определением незнакомых слов иностранного языка.**

Поскольку общее понятие об определении понятия истины мы сформулировали таким образом, что оно охватывает установление или уточнение понятий истин в рамках данного языка *S* или его расширениях, то (в отличие от Т. Котарбинского) процедуру контекстуального определения незнакомых слов иностранного языка и перевода их на родной язык мы ее считаем определениями этих незнакомых слов. Если же устанавливаемое контекстуально значение незнакомого нам слова родного языка или иностранного слова включается в лексику родного языка, то такое установление значения следует считать определением понятия истины.

Под **интуитивным методом** выработки аналитического определения Т. Котарбинский понимает **некоторый умственный эксперимент, связанный с анализом денотата некоторого понятия**. Т. Котарбинский пишет по этому поводу: «Так, многие ставят перед собой вопрос: «Что такое нация?» — и пытаются ответить на него следующим образом: мысленно представляют себе какую-либо конкретную нацию, например французов; предварительно мысленно нанизывают сумму признаков, характеризующих французов как нацию (следовательно, такие, как общность происхождения, общая история, общая государственность, своеобразный общий язык, своеобразная общая духовная культура), а затем размышляют: «Что бы произошло, если бы французы потеряли свою государственность, как когда-то поляки; прекратили бы они свое существование как нация? А если бы усвоили чужой язык, забыв свой?» Наконец, из таких и подобных им мысленных операций вырисовывается свободное от несущественных признаков определение нации».

7.2. Методы формулирования творческих синтетических определений понятий истин.

Когда мы подходим к анализу определений понятий истин чисто формально и рассматриваем их в рамках замкнутой системы, то все синтетические явные определения понятий истин могут быть истолкованы как определения типа сокращений.

Метод их формулирования и соотрит во введении нового знакового выражения в систему как сокращение для другого (обычно более громоздкого) выражения, которое строится по некоторым правилам в ходе развития системы понятий истин.

Мы ранее анализировали проблему о творческом характере определений в связи с расширением дедуктивных возможностей замкнутой теории. Мы рассмотрели там преимущественно те из синтетических определений понятий истин, которые не являются творческими. Однако некоторые синтетические определения понятий истин обладают творческим характером, во-первых, тогда, когда их включение в теорию ведет к такой ее перестройке, что в ней оказывается доказуемо и объясняемо то, что недоказуемо и необъясняемо в рамках прежней теории, когда некоторые из положений прежней теории (в свете введенного определения понятия истины) оказываются ложными, когда меняется базис теории и т. п. Во-вторых, когда посредством определений понятий истин *конструируются, строятся* новые объекты теории истин. Они *изменяют сам характер деятельности исследователя*. Их введение при этом может приводить к существенным расширениям теории истин.

Творческий характер синтетических определений во втором смысле по отношению к содержательным математическим дисциплинам подчеркивал Г. Вейль. **Творческими он называл определения, в которых фиксируются эффективные способы построения, конструирования новых объектов, и в особенности таких объектов, которые он называл «идеальными элементами».** Эти определения он противопоставлял определениям, посредством которых вводятся так называемые производные отношения на основе применения некоторых формально-комбинаторных процедур. **К классу определений посредством формально-комбинаторных процедур Г. Вейль относит определения тех объектов, которые определяются не через действия с ними, а через явное описание их свойств и отношений между ними.** Таким образом, «мы подчиняем генетическое построение покоящемуся бытию отношений; в дальнейшем, однако, мы, наоборот,

заменим все отношения конструктивными процессами». Примером такого нетворческого определения может быть определение отношения параллельности (gUg'): (прямые g и g' параллельны, если, и только если не существует такой точки x , которая бы лежала на прямой g и прямой g' ; выражения xg и $x'g'$ означают соответственно: «точка x лежит на прямой g », «точка x' лежит на прямой g' »).

Отличительным свойством этих определений является то, что они (в рамках абстрактно-содержательных математических теорий) опираются на предположение о существовании всех объектов (а не только элементарных) до процесса их введения посредством определения. Все же идеальные объекты конструируются посредством творческих определений.

Для пояснения того, как путем определения вводятся в геометрию Евклида такие идеальные элементы, как бесконечно удаленные точки, Г. Вейль пишет: «Бесконечно удаленные точки» евклидовой геометрии, в которых будто бы пересекаются параллельный прямые, представляют собой подобные идеальные элементы, присоединенные к действительным точкам при помощи творческого математического определения. Таким же способом можно и в более общем виде исходя из геометрических образов какой-либо ограниченной и единственно нам доступной части пространства R ввести, присоединить в качестве идеальных элементов и недоступные (включая бесконечно удаленные) точки и таким путем расширить ограниченную часть пространства до полного пространства проективной геометрии. Для этого надо при помощи геометрических построений в R установить, когда несколько действительных, т. е. пересекающихся R , прямых исходят из одной идеальной точки. Проще всего определить эту точку как вершину некоторого (образуемого действительными прямыми) трехстороннего угла. Таким путем получается следующее определение: «три не лежащих в одной плоскости прямых a, b, c , каждая пара которых лежит в одной плоскости, определяют некоторую «идеальную точку» (a, b, c)».

Описанным путем расширяется, обобщается и первоначально заданная область операций при помощи присоединения идеальных элементов. Классическим примером такого рода является введение в математику мнимых чисел.

Часто такого рода расширения связаны с приданием смысла выражениям, которые появляются в ходе развития научных теорий и в свете уже существующих определений должны считаться бессмысленными.

Так, первоначально определение операции вычитания формулировалось в математике с некоторым ограничением:

« $a - b - c^a b + c = a$, где $a^a b$ ». При этом, когда $a - b$, выражение « $a - b$ » истолковывалось как отсутствие числа: нуль как равноправное число был введен позднее. Выражение « $a - b$ » при $b > a$ считалось не имеющим смысла. Для того чтобы придать смысл этому выражению, потребовалось ввести в математику отрицательные числа. Тогда уже прежнее определение вычитания можно было формулировать без указанного ограничения. **Формулирование нового определения было связано, таким образом, и с введением новых объектов в предметную область,** и с распространением на нее операции вычитания без указанных ограничений. Это и означает, что обобщенное определение вычитания имело синтетический характер, несмотря на то что понятие «вычитание» уже было введено в науку.

Применение в самых различных науках определений понятий истин через абстракцию всегда связано с формулированием определений понятий истин, имеющих синтетический характер: посредством этих определений выделяются, обнаруживаются в изучаемых объектах (истинах) некоторые непосредственно невоспринимаемые свойства, которым соответствуют некоторые множества. Для этих свойств (и соответствующих им множеств) вводятся новые имена.

Синтетический, творческий характер многих определений понятий истин (в первом смысле) часто обнаруживается в том случае, когда изучение теории опытного знания нами осуществляется не в условиях абстрагирования от эмпирического уровня познания, а, наоборот, предполагает постоянное обращение к тем фактам и соотношениям, анализ которых предшествует и формированию и совершенствованию соответствующих теорий, обуславливает переход от одной теории к другой. В таком случае процесс определения понятий теории органически связывается с процессом их формирования, с процессами обобщения экспериментально-измерительной деятельности, с построением соответствующих гипотез. Синтетический, творческий характер (в любом смысле) вводимых в теорию определений понятий истин в таком случае не подлежит сомнению.

7.3. Процессы конструктивизации действительности и трудности формулирования определений понятий истин.

Многие трудности формулирования определений понятий истин связаны с так называемым процессом *конструктивизации* действительности. С этим процессом мы сталкиваемся на всех этапах и уровнях познавательной деятельности.

Что же представляет собой процесс конструктивизации действительности? Материальная действительность *диалектична* по своему существу. Это проявляется в том, что каждый предмет (истина) постоянно изменяется в каких-то его характеристиках (и в этом смысле не является одним и тем же), между отдельными единичными предметами (истинами) не существует строгих разграничительных линий. Если это так, то возникает, например, вопрос о том, что является основанием для применения одного и того же собственного имени или определенной дескрипции к индивидуальному предмету (истине) в различное время (например, применение одного и того же имени к человеку в разные периоды его жизни, применение дескрипций к отдельным деревьям, ручьям и т. д. в различные времена года и т. п.). Такие применения слов и словосочетаний могут быть обоснованы лишь в том случае, если мы умеем **отождествлять отдельные предметы (истины) сами с собой во времени и отличать их друг от друга в пространстве. Указанный процесс отождествления и различения называют процессом конструктивизации действительности в узком смысле.**

Процесс конструктивизации в узком смысле и в логическом и генетическом отношении является условием дальнейшего развития познания и адекватного использования языка. Конструктивизация объектов (истин) действительности в узком смысле при постоянно расширяющейся сфере нашего опыта является условием прогресса познания на любых его уровнях и этапах. Прогресс познания связан с выработкой новых (достаточно сложных, а иногда и противоречащих здравому смыслу) способов конструктивизации действительности (таковы, например, некоторые способы отождествления в классической статистической физике и в квантовой статистической физике).

На первоначальных же этапах человеческого познания процесс конструктивизации в узком смысле был непосредственно и существенным образом связан с общественной практикой.

Объективной основой конструктивизации действительности является диалектика движения и покоя. Выделение в изменяющихся предметах (истинах) относительно постоянного, инвариантного и лежит в основе отождествления предметов (истин) с самими собой. При этом относительно тождественное, инвариантное в ходе познания нами абсолютизируются.

Наличие инвариантного «спокойного» в предметах (истинах) не детерминирует жестко однозначности производимого нами членения действительности на дискретные единицы. Об этом убедительно говорят данные этнографии и языкознания. Так, у одних народов,

стоящих на сравнительно низкой ступени общественного развития, вводятся такие членения действительности, которые отсутствуют у других. В тасманийском языке, например, имелись особые имена для реки вообще, для большой реки, для очень большой реки, для очень маленькой реки. В языке же эскимосов существует до 20 слов для обозначения льда в разных состояниях его образования и таяния.

Членение текучей, связанной в своих частях **непрерывными переходами действительности** детерминруется не только существующей в самих предметах (истинах) относительной их тождественностью и различимостью, но и потребностями общественной практики. Вычленение многих видов рек у тасманийцев и многих видов состояний льда у эскимосов и введение особых имен в язык для этих видов предметов (истин) произошли потому, что реки в жизни тасманийцев, а лед в жизни, в производстве эскимосов играли особо важную роль. Введение в их языки специальных имен для разновидностей этих предметов (истин) обеспечивало большую надежность в общении людей, в их взаимопонимании в процессе производства. Практика входит в определение предмета (истины) и в том смысле, что на ее основе очерчиваются границы предметов (истин), а тем самым и их специфика (от того, как, например, будет проведена граница между животным и растительным миром, специфицирующие свойства этих областей будут различными). Практика входит в определение понятия истины и в том смысле, что способы использования, употребления одного и того же предмета (истины) иногда рассматриваются как специфицирующие признаки самих предметов (истин) (и соответствующих им понятий) и связаны с наделением их различными именами. Мысль о том, что в ходе отражения действительности мы используем процесс ее конструктивизации в узком смысле, **связанный с превращением непрерывного в дискретное**, с разделением целого на части, с превращением относительного в абсолютное и т. п., содержится в высказывании В. И. Ленина о диалектическом характере отображения движения. В. И. Ленин пишет: «Мы не можем представить, выразить, смерить, изобразить движения, не прервав непрерывного, не упростив, угрубив, не разделив, не омертвив живого. Изображение движения мыслью есть всегда огрубление, омертвление, — и не только мыслью, но и ощущением, и не только движения, но и всякого понятия. И в этом *суть* диалектики. *Эту-то суть* и выражает формула: единство, тождество противоположностей».

Процесс отражения действительности уже на уровне ее конструктивизации является творческим и диалектически противоречивым. Это, например, выражается в том, что **качества**,

соответствующие категориям, познаются через свою противоположность: непрерывное — через дискретное, изменения — через их инварианты, целое — через свои части, относительное — через абсолютное и т. п. Эти диалектические трудности отображения движения обсуждались еще в античной древности и продолжают обсуждаться в современной науке.

Процесс конструктивизации действительности в узком смысле, представляя собой результат сложного противоречивого отражения действительности, в свою очередь является *условием дальнейшего более глубокого отражения действительности*. **Трудно вообразить, как может осуществляться процесс дальнейшего познания, если предметы (истины) как объекты познания уже не отождествлены сами с собой и не отличены друг от друга, т. е. если они не конструктивизированы (в узком смысле)**. Если же указанная конструктивизация осуществлена, мы можем, например, отождествлять различные предметы (истины) между собой, образуя соответствующие множества и тем самым отличать их друг от друга, проводить между множествами предметов (истин) «жесткие» границы. Процесс конструктивизации в узком смысле, а также процесс установления жестких границ между множествами конструктивизированных объектов (истин) мы назовем *процессом конструктивизации вообще*. На основе этого процесса мы можем производить дальнейшее упрощение действительности, классификации, устанавливая закономерные связи и отношения между множествами предметов.

На любом уровне познания выработка определений индивидуальных объектов (истин) связана с процессом конструктивизации действительности в узком смысле. **Процесс определения понятия истины и состоит в явном формулировании специфицирующих характеристик и процедур выделения индивидуумов.**

Определения одних и тех же объектов (истин) в интенциональном отношении могут отличаться друг от друга: они могут специфицироваться и выделяться различными способами. Когда отдельные объекты (истины) изучаемой области действительности конструктивизированы, мы можем, применяя, например, абстракцию отождествления, образовывать классы объектов (истин), описывать их на основе определений понятий истин. Так, после того как нами изучены и определены отдельные химические элементы, мы можем определять классы металлов и неметаллов. При этом корректность определений металлов и неметаллов предполагает изученность достаточно широкого класса отдельных химических элементов. **Каждый индивидуум (истина) в этом случае получает собственное**

имя именно в силу того, что он играет весьма существенную роль в теоретической и практической деятельности человека. Иногда же такого рода собственных имен для каждого индивидуума не вводится. Конструктивизация каждого индивидуума, проведение достаточно точных и «жестких» границ между индивидуумами и классами меньшей общности не обеспечивает, однако, проведения таких же жестких границ между классами большей общности. Так, мы можем провести достаточно жесткие границы между видами млекопитающих, рыб, птиц и т. п., но проведение конструктивизирующей границы между миром животных и растений связано уже со значительными трудностями.

Очень сложно провести конструктивизирующие границы (и соответственно выработать строгие определения) между некоторыми общественными явлениями, между предметами различных наук. Споры возникают не только по поводу того, как определить философию, как провести конструктивизирующую границу между наукой и искусством, но и по поводу определения математики, по поводу проведения конструктивизирующей границы между математикой и логикой и т. п. Проведение таких границ и выработка соответствующих определений понятий истин облегчаются тогда, когда мы начинаем оперировать абстрактными объектами (отличными от абстракций первого уровня), а также идеализированными объектами. Так, в математике мы оперируем натуральными числами, представляющими собой множества множеств, эквивалентные некоторым эталонным множествам. С этими множествами множеств мы оперируем как с индивидуальными, но абстрактными объектами и снабжаем их собственными именами: 1, 2, 3, 4...

В физике мы оперируем абстрактными объектами, представляющими физические величины (например, масса, время, длина, скорость, ускорение). В научные теории вводятся и такие идеализированные объекты, как «материальная точка», «идеальный газ», «абсолютно черное тело» и т. п. Указанные абстрактные и идеализированные объекты конструируются в результате применения к реальным объектам различных умственных приемов. Важную роль в формировании натуральных чисел играют определения через абстракцию, в формировании указанных идеализированных объектов — особый умственный эксперимент, называемый идеализацией. Когда такие объекты вводятся в теории в качестве первичных, их определения обычно не даются на уровне данной теории, а обосновываются на уровне методологических проблем. Иные же абстрактные объекты теории явно определяются в рамках замкнутой теории посредством

элементарных объектов (в том числе и таких объектов, которые представляют собой операции).

В тех случаях, когда объекты исследования очень сложны, наука иногда предлагает различные способы их конструктивизации. Вопрос о том, какая из предлагаемых в таком случае конструктивизаций лучше, какие из них должны быть приняты, а какие отвергнуты, решается опосредствованно на основе учета их продуктивности для науки и для решения практических задач.

Поясим эти вопросы на конкретных примерах.

Известно, что почти в каждой науке предлагаются различные (экстенциональные неравные) уточнения их предметов. Так, логику определяют и в более узком и в более широком смысле, и для каждого из определений предлагаются не лишённые веских аргументов обоснования. Различные предлагаемые определения общего понятия о болезни (человека) также отличаются указанными особенностями. При определении средств труда все специалисты к их числу относят механические средства труда (орудия труда, орудия производства). Однако разногласия между различными авторами возникают по поводу отнесения к средствам труда следующих компонентов: 1) «сосудистой системы производства» (трубопроводы, различные емкости); 2) производственных зданий, железных и шоссейных дорог, освоенных водных путей, каналов, средств связи и т. п.; 3) земли как производственной площади и как носительницы свойств, используемых для воздействия на предмет труда; 4) покоренных человеком сил природы (пар, электричество, энергия света, ветра, рек и т. п.).

Аналогичная ситуация имеет место и по отношению к определению материального производства, которое большинством авторов определяется как производство средств к жизни, производство материальных благ. Так в Философской энциклопедии оно определяется следующим образом: «Производство — процесс, посредством которого люди преобразуют предметы природы для удовлетворения своих потребностей, собственной деятельностью опосредствуют, регулируют и контролируют обмен веществ между собой и природой». Ф. Энгельс более широко понимал процесс производства. Он писал: «Согласно материалистическому пониманию, определяющим моментом в истории является в конечном счете производство и воспроизводство непосредственной жизни. Но само оно, опять-таки, бывает двоякого рода. С одной стороны — производство средств к жизни: предметов питания, одежды, жилища и необходимых для этого орудий; с другой — производство самого человека, продолжение рода. Общественные порядки, при которых

живут люди определенной исторической эпохи и определенной страны, обуславливаются обоими видами производства: степенью развития, с одной стороны — труда, с другой — семьи».

В математике также конструктивизация объектов, осуществляемая посредством определений, также часто вызывает горячие споры. В этой связи достаточно напомнить о спорах между представителями классического и конструктивного направлений в математике и логике и о предлагаемых ими различных определениях бесконечности (актуальной и потенциальной, рассматриваемой в рамках абстракции потенциальной осуществимости), отрицания (классического и конструктивного) и т. п.

В приведенных примерах предлагаемых экстенционально неравных определений (где Dfd , однако, представлен одним и тем же понятием) непосредственный опыт не может быть судьей в пользу того или иного определения. Вопрос о выборе определения решается на основе выяснения большей или меньшей *продуктивности* одного из предлагаемых определений. **Определения понятий истин являются более продуктивными, если построенные на их основе научные теории и концепции дают возможность решить (и притом более эффективно, конструктивно и строго) большее число научных задач, дают возможность эффективнее применять полученные результаты на практике (в самом широком смысле этого слова), если построенные на основании принимаемых определений понятий истин теории и концепции обладают большими эвристическими потенциями.** Поскольку же наука всегда выбирает более продуктивные и плодотворно используемые средства, постольку все менее продуктивное и плодотворное обычно объявляется непродуктивным и неплодотворным.

Допустим, у нас имеется два экстенционально неравных определения, где объемы определяемого и определяющего понятия первого определения составляют правильные части объемов определяемого и определяющего понятий второго определения. При этом понятия Dfd в определениях одни и те же. Означает ли это, что если одно из таких определений истинно, то другое во всех случаях непременно ложно? Нет, не означает. Спор о предпочтении одного из таких определений связан с выяснением продуктивности или непродуктивности, перспективности или бесперспективности, актуальности или неактуальности, полезности или вредности приведенных определений. Спор о том, какое из таких определений принять, а какое отбросить, часто заканчивается тем, что принимаются оба определения, обе конструктивизации действительности, как плодотворные и целесообразные, но только в разных отношениях, в связи с решением

различных научных и практических задач. Это означает, что в науку вводятся одновременно два понятия. Иногда для них не вводится различных терминов, но проводится различие между употреблением термина *в более широком и в более узком смысле этого слова*. При этом иногда вводятся спецификации в виде различных имен прилагательных.

Так, понятия о бесконечности в математике в рамках классического и конструктивного ее направлений сосуществуют, служат задачам теоретических ее построений, развиваемых в рамках различных подходов и концептуальных схем. Определяемая по-разному в конструктивной и классической математике бесконечность именуется различными словосочетаниями, в каждое из которых входит понятие «бесконечность» (например, «актуальная бесконечность», «канторовская бесконечность» и «осуществимая бесконечность», «бесконечность на основе абстракции потенциальной осуществимости»), указывающий на генетическую и логическую связи данных понятий о бесконечности.

Видимо, что рассматриваемые в науке экстенционально более широкие и более узкие определения понятий истин не исключают друг друга, а могут одновременно сосуществовать в науке.

Так обстоит дело с определением средств труда. Здесь определяется некоторая система, включающая ряд взаимосвязанных компонентов (а не множество независимых друг от друга элементов, связанных только некоторыми общими свойствами): описание общих компонентов средств труда и является основой для отождествления важнейших условий осуществления материального производства в различных странах и в различные исторические эпохи. Эта система может быть описана более полно, а может быть представлена как некоторое гомоморфное упрощение исходной. В зависимости от целей создаваемой теории такие гомоморфные упрощения вполне допустимы. В экономической теории, где исследуются средства труда в какой-то стране и в определенную эпоху, необходимо в определение средств труда включать все компоненты средств труда. Когда же, например, создается общая теория исторического материализма, целесообразно выделить основной компонент средств труда, оказывающий основное революционизирующее влияние на развитие производства. Когда же создается теория современной научно-технической революции и ее социальных последствий, опять-таки, видимо, целесообразно в понятие о средствах труда включать все его компоненты.

Определение материального производства как производства средств к жизни, производства материальных благ по отношению к

энгельсовскому определению материального производства, включающего кроме указанного компонента также и производство самого человека, является также его гомоморфным упрощением.

Теории общественного развития, основывающиеся на более полных определениях и на определениях, являющихся их гомоморфными упрощениями, будут существенным образом отличаться друг от друга широтой охвата сторон общественной жизни.

Как уже указывалось, мы встречаемся с двояким пониманием материального производства. Иногда они материальное производство ограничивали производством материальных благ, иногда же характеризовали материальное производство как производство непосредственной жизни общества.

7.4. Экземплярные определения понятий истин.

Ранее мы рассматривали остенсивные определения понятий истин, которые являются важным средством формирования основных лексических значений слов при обучении тому или иному естественному языку. В процессе остенсивного овладения значениями слов мы ограничиваемся показом предмета и его названием, не прибегая к другим формам словесной деятельности. В процессе научной деятельности мы пользуемся *аналогами остенсивных определений понятий истин*, которые мы будем в таких случаях называть *экземплярными определениями понятий истин* (или определениями через приведение примера).

Кратко рассмотрим вопрос о роли экземплярных определений понятий истин в науке.

Известно, что **геометрия Евклида строилась как конкретно-содержательная теория с некоторой заранее выбранной интерпретацией, служащей описанию свойств пространства физического мира.** Эта интерпретация при известном подходе может выступать как нечто вторичное по отношению к абстрактно-содержательной аксиоматике, описывающей некоторое абстрактное множество систем объектов (истин). Однако при построении моделей (в том числе и преимущественной, связанной с описанием свойств физического пространства) мы поясняем объекты модели на примерах. Так, у нас нет иного средства для пояснения отношения инцидентности (термина «лежать на» и соответственно предложения «точка Р лежит на плоскости Е»), как путем некоторого наглядного показа. При таком пояснении, естественно, понижается уровень абстракции изучаемых объектов: плоскости заменяются относительно ровными поверхностями, точки — площадями, т. е. идеализированные,

собственно геометрические объекты заменяются их некоторыми несовершенными реализациями. Это означает, что в таких случаях мы прибегаем к нестрогим экземплярным определениям понятий истин. Такие нестрогие определения понятий истин необходимы для плодотворного развития науки. Они обеспечивают понимание того, какие материальные объекты (истины) преобразуются в идеальные, обеспечивают связь абстрактно-формального и конкретно-содержательного, способствуют оснащению науки эвристическими потенциями. И вместе с тем экземплярные определения понятий истин в известном смысле не нарушают требуемой строгости аксиоматической теории, поскольку в соответствующих аксиомах зафиксированы лишь те стороны и свойства первичных объектов (истин), которые необходимы для развития теории.

Поскольку мы имеем дело с интерпретированной геометрией Евклида, описывающей физические свойства пространства, постольку и все явные определения более сложных объектов (истин), даваемые на основе первичных, окажутся не более строгими, чем экземплярное определение инцидентности.

Опираясь на первичные объекты (истины), мы можем явными определениями понятий истин вводить более сложные объекты (истины) и строить их с помощью различных инструментов (например, с помощью циркуля и линейки). **Построенные в соответствии с определениями фигуры всегда будут отличаться от объектов, описываемых определениями.** Так, любой построенный треугольник будет обладать известной площадью, длиной сторон, величиной углов и т. п., тогда как в определении треугольника ничего не говорится об этих характеристиках треугольника. Однако эта избыточная информация полезна в том отношении, что позволяет доказательства теорем производить на чертежах и одновременно не мешает формулированию и доказательству теорем в общей форме, поскольку при формулировании и доказательстве теорем о треугольниках вообще мы не используем в чертежах никакой иной информации, кроме той, которая содержится в соответствующих определениях (в частности, в общем определении треугольника). Это дает нам возможность проводить доказательство теоремы на конкретном, единичном чертеже, и притом один раз для всего бесконечного множества треугольников.

В этом случае мы пользуемся так называемым правилом Локка (правилом введения квантора общности): если какое-то свойство принадлежит произвольному, но фиксированному элементу

некоторого множества, то оно принадлежит и всем элементам данного множества.

Известно, что первичные объекты физических теорий (например, различные физические величины) в рамках замкнутых теорий, кроме конституитивных определений (например, через системы равенств), определяются сверх того и операционально. За пределами теорий первичные объекты теорий и способы, которыми они образуются, также получают определения (пусть и нестрогие). Иногда они вводятся через пример. То же самое можно сказать и о способах введения в теорию идеализированных объектов. Например, на уровне методологии науки А. Эйнштейн и А. Инфельд следующим образом поясняют способ введения в механику такого идеализированного объекта, как инерция, и одновременно, определяют и понятие об инерции как некотором идеализированном предмете. Допустим, что мы толкаем тележку по дороге. Тележка движется некоторое время после толчка и затем останавливается. Существует ряд способов удлинения пути, проходимого тележкой после толчка: например, смазка колес, устройство все более гладкой дороги. Чем легче вертятся колеса и чем ровнее дорога, тем дальше будет двигаться тележка. Смазка колес и сглаживание неровностей пути уменьшают внешние воздействия, внешние влияния на движущееся тело. Вследствие смазки колес и сглаживания неровностей пути уменьшается трение. Экспериментально можно установить, что, чем меньше внешние воздействия на движущееся тело, тем длиннее путь, проходимый этим телом. Мы можем придумывать все новые и новые способы уменьшения внешних воздействий на движущееся тело и соответственно все новые способы удлинения пути, проходимого движущимся телом, однако все внешние воздействия окончательно устранить невозможно.

Выявленная же нами закономерность (закономерная зависимость между внешними воздействиями на движущееся тело и длиной пути, проходимого этим телом) дает нам возможность сделать заключение о том, что если устранить совсем внешние воздействия на движущееся тело, то оно будет двигаться бесконечно (и притом равномерно и прямолинейно) или покоиться. Такой вывод в свое время был сделан Галилеем.

Этот пример отличается тем, что он естественным образом допускает такие абстракции и обобщения, которые превращают его в определение инерции через описание некоторого умственного эксперимента над поведением реальных движущихся тел. Это превращение примера в определение прежде всего связано с

абстрагированием от рассмотрения конкретного движущегося тела — тележки, с переходом к рассмотрению движущихся тел вообще.

Одновременно он является примером такого умственного эксперимента, который называется идеализацией. Произведя в этом примере соответствующие абстракции и обобщения, мы можем совершить переход к определению идеализации (во всяком случае некоторого ее вида).

***Идеализация* есть умственный эксперимент, включающий следующие моменты:**

- 1) изменяя некоторые условия, в которых находится изучаемый объект, мы делаем их действие убывающим (иногда соответственно возрастающим);
- 2) при этом обнаруживается, что какие-то свойства изучаемого объекта также единообразно изменяются;
- 3) предполагая, что действия условий на изучаемый объект сведены к нулю или достигли некоторого инварианта, мы совершаем мысленный переход к *предельному* случаю и тем самым к некоторому идеализированному объекту.

Осуществление абстракций и обобщений, обеспечивающих переход от примера к соответствующему обобщению, предполагает рассмотрение других примеров (в данном случае способов введения в науку таких идеализированных объектов, как «абсолютно твердое тело», «идеальный газ», «абсолютно черное тело» и т. п.). Их рассмотрение имеет важное эвристическое значение: они подсказывают исследователю, какие абстракции и обобщения следует произвести. Такие примеры нами часто используются не только в дидактических целях, но и на тех уровнях познания, когда определение соответствующей общности еще не выработано.

Некоторые объекты могут быть определены лишь только экзemplарно. Так, присущность или неприсущность того или иного предикатора индивидуальному объекту в рамках отдельных элементарных предложений естественного языка может быть установлена лишь на конкретных примерах. «Если ограничиться элементарными высказываниями, то предикаторы всегда, как я бы выразился, определены экзemplарно». Иными словами, для того чтобы ориентироваться в окружающем нас мире, накапливать и перерабатывать информацию о нем, некоторые факты (например, связи каких-то индивидуумов с их свойствами) **должны быть запомнены на основе опыта, включающего и вербальный (определены через пример)**. Эти связи затем могут быть обоснованы на базе логики, поскольку эти же индивидуальные предложения могут быть выведены

из иных предложений, например на основе применения правил аристотелевой силлогистики.

На основе правил логики из общих предложений вида «кто разумен, тот справедлив», «кто справедлив, тот не добросердечен» (1) мы можем получать соответствующие элементарные предложения, в которых устанавливается или присущность некоторым индивидуумам предикатора «справедлив» или неприсущность предикатора «добросердечен». Так, если известно, что «Иван справедлив», то из этого предложения и предложения (1) по правилам логики можно получить предложение «Иван не добросердечен». В таких случаях, по выражению П. Лоренцена, связь предикатора с объектом определена терминологически (*terminologisch bestimmt*).

«Экземплярные определения», как и остенсивные определения, не являются определениями в собственном (логико-семантическом) смысле. Но они могут рассматриваться как определения в широком методологическом смысле. С помощью остенсивных определений, как известно, вводятся в язык обучаемого значения неизвестных ему понятий (они для него поэтому являются синтетическими). Для обучающего они являются аналитическими, поскольку эти понятия как-то определены в его языке.

Посредством примеров или «экземплярных определений» мы, во-первых, поясняем в дидактических целях уже известные в опыте человечества значения, и тогда они имеют аналитический характер для языка науки или научной теории, но играют роль синтетического определения понятия истины для языка обучаемого. Во-вторых, посредством экземплярных определений расширяются языки науки, поскольку ими вводятся в науку новые понятия. В этом случае определение понятия истины имеет синтетический характер. Его введение связано с выделением новых сфер и участков действительности, с их конструктивизацией.

В-третьих, экземплярные определения понятий истин используются и при уточнении уже существующих понятий истин и их определений.

В этом случае используются синтетические определения понятий истин, связанные с уточнением конструктивизирующих границ между объектами (истинами). Наконец, при эксплицитном формулировании значения уже существующего понятия истины, заданного контекстуально, мы рассматриваем различные примеры его употребления и создаем условия для его адекватного определения. В этом случае мы имеем дело с аналитическим «экземплярным определением понятия истины».

7.5. Экстенциональное равенство определений понятий истин и его ограниченность.

Мы уже указывали на то, что конструктивизация действительности может осуществляться по-разному.

Во-первых, один и тот же объект (истина) может выделяться посредством описания различных его характеристик. В таком случае мы имеем дело с экстенционально равными, но интенционально различными определениями понятий истин. Во-вторых, в процессе познания встречаются ситуации, при которых одно и то же понятие истины вводится для обозначения по крайней мере двух различных классов, из которых один составляет правильную часть другого. Это ведет к возникновению экстенционально неравных определений понятий истин.

В логико-математических дисциплинах (и на содержательном и на формальном уровне их построения и рассмотрения), в некоторых теориях математического естествознания имеют место экстенциональные подходы к понятиям истин и их определениям: **два понятия истин (и их определения) считаются неразличимыми, если они имеют один и тот же объем; или два понятия истин отождествляются по их смыслу, если они имеют одно и то же значение.** Эти положения обычно характеризуют как **принцип объемности (экстенциональности)**. По отношению к определениям понятий истин принцип экстенциональности формулируется несколько иначе.

Будем предполагать, что понятия D_1 и D_2 — одни и те же. Тогда можно сказать, что два определения — D_1 и D_2 — экстенционально равны, если их Dfn имеют один и тот же объем, т. е. если им соответствуют одни и те же множества объектов (истин). При синтаксическом подходе можно сказать, что два определения — D_1 и D_2 — экстенционально равны, если Dfn_1 и Dfn_2 этих определений взаимозаменяемы в любых стандартных контекстах.

Если в некоторой содержательной логико-математической теории определение D_1 заменяется на экстенционально равное определение D_2 , то множество теорем, выводимых в теории T_1 на основе использования D_1 (когда D_1 присоединяется к аксиомам, ранее введенным определениям и теоремам теории T_1), будет совпадать с множеством теорем, выводимых в теории T_2 на основе использования D_2 . Так, определения «Квадрат есть равноугольный ромб» (1) и «Квадрат есть параллелограмм с равными сторонами и равными углами» (2) экстенционально равны, поскольку Dfn в (1) и (2) имеют один и тот же объем. Они в рамках некоторой теории T могут быть заменены друг

другом: множества выводимых на их основании теорем будут совпадать друг с другом.

При более формальном подходе к обсуждаемому вопросу можно сказать, что определения (1) и (2) являются экстенционально равными, поскольку их Dfn при редукции к первичным понятиям теории будут представлять собой одни и те же выражения, а Dfd окажутся при этом элиминируемыми.

Допустим, мы имеем две аксиоматические теории — T_1 и T_2 — с одинаковыми наборами первичных понятий истин (или объектов). Пусть системы аксиом (аксиоматические определения первичных объектов) будут различными, но при этом будет предполагаться, что при выводе теорем из аксиом мы пользуемся одним и тем же запасом логических средств. Тогда системы аксиом (аксиоматические определения) для T_1 и T_2 будут *экстенционально равными*, коль скоро при этом каждая теорема в T_1 будет теоремой в T_2 , и наоборот. Экстенциональная эквивалентность определений понятий истин может быть установлена и так: определения D_1 и D_2 экстенционально эквивалентны в некоторой теории T , если (и только если) добавление к ней D_1 дает возможность получить в качестве теоремы D_2 , и, наоборот, добавление к ней D_2 дает возможность получить в ней в качестве теоремы D_1 .

Создано много определений об алгоритме на основе уточнения понятия «алгоритм», который использовался в математике до этих уточнений. Каждый автор этих уточнений стремится выработать аналитическое определение этого понятия. Начиная с 30-х годов XX в., как указывает С. А. Яновская, это понятие получило много таких уточнений. К их числу принадлежат: «машина Тьюринга», «А-определимость Чёрча», «конечные комбинаторные процессы Поста», «рекурсивные функции Гёделя и Клини», «нормальные алгоритмы Маркова», «алгоритмы по Колмогорову и Успенскому», «операторные алгоритмы Ершова», «алгоритмы, определяемые граф-схемами Калужнина» и много других. Как известно, все эти определения эквивалентны, каждое из них влечет другое. И в силу того, что все они удовлетворяют требованиям математической строгости, их эквивалентность может быть строго доказана.

В связи с этим встает вопрос: почему в математике и логике возникают интенционально различные определения одного и того же? Отвлекаясь от психологической стороны научного творчества, от дидактических соображений в процессе обучения, можно назвать две группы причин.

1. В процессе развития научного знания постоянно приходится уточнять и совершенствовать ранее введенные понятия и их определения об одном и том же, добиваясь большей строгости. При

этом нередко меняются интенционалы выражений, соответствующие Dfn. Повышение строгости определений в свою очередь обеспечивает возможность более строгого доказательства теорем, строгость и эвристичность теоретических построений.

«Достаточно заметить, что важнейшие результаты в области математического анализа в XIX в. были получены благодаря тому и после того, как в ходе ряда дискуссий были уточнены основные понятия анализа: понятия действительного и комплексного числа, предела, непрерывности, функции. В результате дискуссии о понятии функции тригонометрические ряды стали играть роль одного из важнейших средств выражения функциональной зависимости в математике и математической физике. «Фундаментальные последовательности» Коши не только вывели — для области действительных чисел — сначала понятия «предел» и «действительное число» из того порочного круга, в котором «предел» определялся через «действительное число», а «действительное число» через «предел», — позволили, таким образом, точно определить основные понятия математического анализа: «непрерывность», «производную», «интеграл» и другие, чтобы строго доказывать теоремы о них, но и привели в дальнейшем к новой проблематике, связанной с необходимостью различения «равномерной» и «неравномерной» сходимости и непрерывности, а затем и с более общими проблемами современных топологии и функционального анализа».

2. Иногда введение различных в интенциональном, но одинаковых в экстенциональном отношении определений в науку детерминируется целями и задачами, которые должны решать та или иная теория или ее фрагмент, уровнем производимого анализа. В планиметрии окружность обычно определяется так: «Окружность есть замкнутая плоская кривая, все точки которой одинаково удалены от одной точки, называемой центром и лежащей в той же плоскости, что и кривая». В той же планиметрии для решения особого класса задач окружность определяется и таким образом: «Окружность есть геометрическое место точек, из которых данный отрезок (диаметр) виден под прямым углом». Одно определение может быть более эффективно использовано для решения одних задач, другое — для решения других. В другой теории определение того же самого может быть сформулировано в понятиях, часть из которых не встречается в первой теории. Так, с точки зрения аналитической геометрии окружность есть линия второго порядка, уравнение которой в прямоугольной системе координат xOy имеет вид: $(x-a)^2 + (y-b)^2 = R^2$, где R — радиус, a и b — координаты ее центра. Такое определение в отличие от приведенных

выше дает возможность исследовать окружность средствами алгебры и анализа, основанными на применении метода координат.

Часто одни определения формулируются на одном уровне анализа и для решения одних задач, другие (эквивалентные им в экстенциональном отношении) — на ином уровне анализа и для решения иных задач. Примером этого могут быть приведенные выше определения силы. Поэтому, несмотря на экстенциональное равенство определений D_1 и D_2 мы не можем их считать взаимозаменяемыми на известных уровнях анализа при известных целях исследования.

В теориях математического естествознания первичные объекты теории обычно принимаются без определений (например, в классической механике в качестве первичных неопределяемых понятий выступают длина, время и масса). Эти объекты вводятся без определений на концептуальном уровне, но их введение сопровождается описанием экспериментально-измерительных процедур, которые являются для них **специфицирующими, т. е. операциональными определениями понятий** (ср., например, определение массы Ньютоном, которое относится к рассуждениям, предвещающим построение теории, и операциональные определения массы, включаемые в состав теории). **С помощью концептуальных определений понятий истин выясняются специфические свойства того, что подлежит изучению строгими физическими методами; операциональные же определения понятий истин обеспечивают эффективность определений конкретных количественных физических величин.**

Аксиоматическим построениям математических содержательных теорий, а следовательно, аксиоматическим внутритеоретическим определениям часто предшествуют явные определения тех объектов (истин), система которых описывается аксиомами (например, явные определения точки, прямой, плоскости и т. п. у Евклида). Назначение этих определений — обеспечить некоторую интуитивную ясность по поводу того, что представляют собой объекты, фигурирующие в аксиомах, выяснить, что они собой представляют, когда используются изолированно до аксиоматических построений. Эти определения понятий истин играют огромную эвристическую роль в познании. Когда такие определения понятий истин формулируются за пределами теорий, до аксиоматического их построения, правильнее было бы говорить не о том, что объекты (истины), фигурирующие в аксиомах, вообще не определяются явно, но что они не определяются явно *лишь в рамках замкнутой теории*.

В ряде опытных наук (например, общественных), которые строятся отнюдь не по образцам логико-математических теорий и теорий математического естествознания, задача доказательства теорем не

является основной. Эта задача здесь, как правило, вытесняется проблемой построения гипотез, которые должны согласоваться с эмпирическими данными, задачей объяснения фактов на основе законов. В такого рода теориях принцип экстенциональности имеет весьма ограниченную сферу применения. **Два определения, имеющие один и тот же экстенсионал, но различный интенционал, в этом случае обычно не отождествляются друг с другом: предпочтение отдается тому из них, в котором выделение осуществлено по более существенным признакам.**

Выбор надлежащего определения понятия истины из нескольких экстенционально равных предполагает анализ признаков определения понятия истины с точки зрения их существенности, продуктивности, эвристичности.

7.6. Определение понятия истины и проблема более существенного и менее существенного признака.

Известно, что в истории философии постоянно обсуждался вопрос о сущности вещей и ее проявлениях, о познании сущности вещей через явления. В философии и методологии науки эта проблема иногда трансформируется в обсуждение вопроса о формах научного объяснения.

Проблему сущности вещей мы здесь затронем только в плане различения более или менее существенных свойств, используемых в определении понятий истин в качестве средств спецификации определяемых объектов (истин), при этом не в онтологическом, а в гносеологическом и методологическом плане, а именно в связи с учетом различных областей, уровней и целей познания истин.

Вопрос о том, какие свойства выбрать в целях спецификации определяемого объекта (истины), может ставиться по преимуществу лишь по отношению к аналитическим номинальным определениям понятий истин, к реальным определениям понятий истин, соответствующим аналитическим, а также по отношению к тем синтетическим определениям понятий истин, которые возникают как результат существенного уточнения аналитического определения понятия истины. Дело в том, что, когда для вновь открытого явления или предмета (истины) ставится вопрос о том, какое имя для него ввести, т. е. когда создается семантическое синтетическое определение понятия истины, как правило, обнаруживаемые явления и предметы (истины) характеризуются каким-то одним комплексом признаков,

который и входит в описание Dfn ; область выбора надлежащего комплекса признаков при этом перед исследователем не встает.

Проблема существенного признака по отношению к определениям понятий истин возникает тогда, когда Dfd рассматривается как объект (истина), существующий независимо от какого либо определения понятия истины, когда в каком-либо языке он имеет особое имя, когда мы располагаем значительной информацией по поводу свойств, ему принадлежащих. Проблема менее существенных и более существенных признаков формулируется лишь по отношению к реальным определениям понятий истин и к аналитическим номинальным определениям понятий истин.

По отношению к некоторым областям познания, если при этом решается вопрос лишь о дедуктивных возможностях соответствующих теорий, различие менее существенного и более существенного утрачивает смысл.

Такое положение вещей имеет место, например, в логикоматематических теориях и некоторых теориях математического естествознания.

Мы уже указывали, любые экстенционально явные (но интенционально отличные друг от друга) определения понятий истин одного и того же объекта (истины) (например, в геометрии Евклида) неразличимы с точки зрения их дедуктивных возможностей. Допустим, мы определили ромб двояким образом: «Ромб есть прямоугольник, у которого диагонали взаимно перпендикулярны и делятся в точке их пересечения пополам» (1) и «Ромб есть прямоугольник с равными сторонами» (2). В системе евклидовой геометрии они будут неразличимы в аспекте тех основных задач, которые решаются этой наукой; добавляя к системе аксиом и ранее доказанных теорем определение (1) или определение (2), мы будем получать одни и те же следствия (теоремы). Определения понятий истин на этом уровне и в этой сфере научного познания считаются равнозначными, если они экстенционально равны. Если считать, что объекты евклидовой геометрии существуют в каком-то смысле до соответствующих их определений, то можно сказать, что свойства, зафиксированные в Dfn определений (1) и (2), экстенционально равны, а сами определения (1) и (2) эквивалентны в указанном выше смысле. Следовательно, интенциональные различия между Dfn определений (1) и (2) в данном отношении здесь несущественны. Это и означает, что проблема различения более существенного и менее существенного признака (в данном случае свойства) здесь не возникает.

Аналогично обстоит дело и в достаточно зрелых теориях математического естествознания (например, в классической механике),

если речь идет об абстрактных объектах, имеющих характер физических величин, переменные для которых вводятся в соответствующий математический формализм. Однако на качественно-описательном или метатеоретическом или интерпретационном уровнях также могут даваться различные определения физическим величинам. Эти определения могут уже оказаться неравноценными, даже если их Dfn экстенционально равны (см, примеры определения силы).

По поводу предпочтительности этих определений обычно и развертываются в естествознании дискуссии, обусловленные различиями, относящимися к оценке интенциональных характеристик Dfn определений. Однако переход на уровень операциональных определений в специальном бриджменовском смысле (если учесть сформулированные принципы сводимости) или на уровень конституитивных определений обеспечивает отождествление всех экстенционально равных, определений одного и того же объекта (истины).

Сказанное и означает, что в упомянутых областях познания по отношению к указанным объектам (истинам) (и в связи с выяснением дедуктивных возможностей теории) теряет свое значение оценка интенциональных характеристик как менее существенных или более существенных.

Предпочтение того или иного определения здесь диктуется не фиксацией в Dfn существенного или несущественного, более существенного и менее существенного, а детерминируется иными параметрами: простотой, естественностью, установившимися традициями и т. п.

Почему в указанных случаях различие более существенного и менее существенного не имеет места? Дело, на наш взгляд, заключается в том, что в математике мы оперируем с абстрактными и идеализированными объектами, при образовании которых мы уже произвели абстракции от всего несущественного, второстепенного, не интересующего математику и выделили те характеристики, которые являются основными при осуществлении математической деятельности.

Известно, что «чистая математика имеет своим объектом пространственные формы и количественные отношения действительного мира, стало быть — весьма реальный материал. Тот факт, что этот материал принимает чрезвычайно абстрактную форму, может лишь слабо затушевать его происхождение из внешнего мира. Но чтобы быть в состоянии исследовать эти формы и отношения в чистом виде, необходимо совершенно отделить их от их содержания, оставить это последнее в стороне как нечто безразличное...».

В этой связи небезынтересно отметить, что предельно абстрактный характер количественных отношений отмечался еще Аристотелем. «Количеством, — пишет Аристотель, — называется то, что может быть разделено на составные части, каждая из которых, будет ли их две или несколько, является чем-то одним, данным налицо. **То или другое количество есть множество, если его можно счесть, это — величина, если его можно измерить. Множеством при этом называется то, что в возможности (потенциально) делится на части не непрерывные, величиною — то, что <делится> на части непрерывные.**

Для математики специфичным является изучение именно количественных отношений. В различных собраниях, множествах (например, некотором коллективе людей) математика выделяет путем абстракции объекты, которые являются «чем-то одним, данным налицо», т. е. которые являются однородными, отличенными от их качественных особенностей, но одновременно отличимыми друг от друга, что обеспечивает их пересчет. Мы получаем таким путем некоторые абстрактные множества, свойства которых и интересуют математику. **Выделение таких множеств, отношений между ними, установление операций над ними дает возможность создавать описания сразу для множества различных реальных ситуаций, рассматриваемых с точностью до изоморфизма.** На основе абстракции, применяемой к реальным предметам, включенным в общественную практику, мы образуем и различные геометрические фигуры. **Как предметы изучения математики множества и фигуры предстают в абстрактной идеализированной форме, где выявлено в реальных объектах лишь то, что является существенным для математического рассмотрения.** Поэтому в ней на теоретическом уровне различие существенного и несущественного утрачивает смысл. Однако различие менее существенного и более существенного сохраняет свое значение на метатеоретическом уровне, когда, например, мы пытаемся за пределами теории обосновать наше понимание (как это и делал, например, Евклид) первичных, неопределяемых в рамках теории понятий.

Аналогичная картина имеет место и в физических теориях. Здесь путем абстракции ученые выделяют известные характеристики материальных тел и превращают их в особые абстрактные объекты, приобретающие характер **физических величин.** На уровне объектного языка интенционально различные операциональные определения таких понятий истин, как «масса», «сила», «длина», «температура» и др., обычно отождествляются на основе указанных принципов сводимости. Однако понятие существенного и

несущественного, менее существенного и более существенного и на уровне физических теорий имеет важное значение, когда заходит речь об определении модельных объектов (истин), таких, как атом, элементарная частица, когда заходит речь не об операциональных, а о концептуальных определениях большого числа понятий истин на методологическо-филозоофском уровне, на уровне объяснения, интерпретации.

Итак, различие более существенного и менее существенного имеет место в тех областях познания и при решении тех задач, где не действует принцип экстенциональности.

Понятия о существенном и несущественном, о более существенном и менее существенном постоянно возникают в методологии качественно-описательного изучения действительности и интерпретационного уровня теоретического познания. С такими способами изучения действительности в той или иной форме мы встречаемся на различных уровнях и этапах развития опытных наук. Особое значение качественно-описательные методы в опытных науках имеют на их начальных этапах и уровнях, когда возникает необходимость отождествления и различения изучаемых предметов (истин) по их «жестким» характеристикам. **Для составления соответствующих классификаций и определителей понятий истин желательно проводить отождествление и различение по таким характеристикам, которые одновременно являются существенными.**

Так, например, уже Аристотель много внимания уделял вопросам спецификации родов и видов животных в связи с их классификационными описаниями, выясняя многие затруднения, возникающие на этих путях. Он указывал, что трудно специфицировать роды и виды животных лишь по одному-единственному признаку, что отличительный признак для вида или рода должен обладать и тем свойством, что отсутствие его у других видов и родов допускает однозначное отличие интересующего нас вида или рода. «Если бы человек,—пишет Аристотель,—был только существом с расщепленными ногами, это было бы его единственным отличительным признаком. Теперь же, когда этого нет, этих признаков по необходимости должно быть много, не подходящих под одно разделение».

Сущность предмета (истина), по Аристотелю, раскрывается определением, в котором род указывает на сущность (истину) Dfd, общую у него с другими объектами (истинами), а видовое отличие —специфическую сущность (истину) вида, т. е. на сущность (истину), присущую только данному Dfd. Однако, истолковывая

определение как суждение, допускающее чистое обращение, Аристотель указывает, что следует различать определения через сущность (истину), через раскрытие сути бытия (истины) и определения — через собственный признак. В этих рассуждениях Аристотеля имплицитно уже содержится тезис о том, что в определении (речь идет о реальных определениях) может встретиться в качестве Dfn и собственный признак определяемого, т. е. признак, не являющийся существенным, что не является желательным.

Различение между существенным и несущественным у самого Аристотеля достаточно неопределенно и основано на онтологических соображениях.

В истории науки предлагалось немало критериев для отличия существенного от несущественного. Мы сформулируем лишь некоторые соображения на этот счет.

Прежде всего при решении задачи, состоящей в том, какой из экстенционально равных Dfn при определении Dfd следует выбрать (т. е. какой Dfn является более существенным и какой менее существенным), вопрос следует ставить не абстрактно, а конкретно. Это означает, что **должны быть учтены общая цель, которую ставит исследователь, конкретная задача, которую он при этом решает, совокупность знаний, которыми он располагает, рамки науки, в системе которой ведется исследование, и т. п.**

При прочих равных условиях из двух экстенционально равных, но интенционально отличных друг от друга Dfn1 и Dfn2 некоторого определения понятия истины **следует выбрать тот из них: а) который создает больше возможностей для перехода к количественному анализу тех объектов (истин), которые на качественно-описательном уровне анализируются в соответствующем фрагменте знания; б) который, будучи присоединенным к совокупности знаний, содержащихся в соответствующем фрагменте науки, дает возможность вывести больше следствий о Dfd, сформулировать большее число предложений, выражающих закономерные связи.**

Рассмотрим такой пример из истории науки. Известно, что Лавуазье под химическим элементом понимал «такую химическую субстанцию, которая во всех химических реакциях увеличивает (возможно, сохраняет без изменения) свой вес». На основе атомистической теории строения вещества и открытия закона постоянных и кратных отношений Дальтон в качестве отличительного признака химического элемента стал рассматривать его атомный вес. «Под химическим элементом понималось уже теперь не только такое химическое тело, которое во всех реакциях сохраняет или увеличивает свой вес, но

одновременно утверждалось, что все элементы состоят из одинаковых неизменных и неделимых атомов, имеющих одинаковый атомный вес, и этим весом они отличаются от всех других элементов». Хотя Dfn в обоих определениях экстенционально равны, определение Дальтона имело огромное преимущество по сравнению с определением Лавуазье.

В определении химического элемента Лавуазье содержался намек на существование связи между качественной характеристикой элемента (его неразложимость) и количественной (свойство увеличивать или сохранять во время химической реакции свой вес по отношению к кислороду). Однако эта связь была установлена Дальтоном на основе атомистических представлений, на основе того, что атомный вес после открытых им законов можно было рассматривать как выражение тех количественных отношений, в которых соединяются между собой химические элементы.

На основе представлений Дальтона об атомистической природе веществ, на основе открытых им законов и выработанного определения химического элемента в дальнейшем было сделано много новых открытий, объяснено много химических явлений, не получавших ранее удовлетворительного объяснения, сформулирован ряд важных законов. В этой связи достаточно указать на разработанный Авогадро метод определения относительных атомных весов, формулирование им закона, заключающегося в том, что в одних и тех же объемах заключено не одинаковое количество атомов, а одинаковое количество молекул и т. п. На этих путях Менделеевым был открыт знаменитый периодический закон химических элементов, что в свою очередь было связано с изменением понятия о химическом элементе и зафиксировано в соответствующем определении. Это и означает, что в определении химического элемента, предложенного Дальтоном (хотя оно экстенционально равно определению, предложенному Лавуазье), были зафиксированы более существенные признаки определяемого, чем в определении Лавуазье.

Различение существенного и несущественного, менее существенного и более существенного имеет огромное значение в общественных науках, о чем уже говорилось выше. Таким образом, в Dfn определений отображаются специфические характеристики Dfd. При этом на известных уровнях и этапах опытных наук экстенционально равные описания, соответствующие Dfn, играют различную роль в познании. Об этих различиях в экстенционально равных описаниях часто говорят как о различиях отражения в определениях более существенного и менее существенного.

Указанные выше ограничения для различения более существенного и менее существенного сформулированы нами лишь по отношению к определениям. В другой связи эти разграничения важны на самых различных уровнях познания и деятельности (например, на уровне эвристики). Так, при решении любых новых задач, возникающих перед нами в науке или на практике, всегда требуется разделять более существенное и менее существенное, главное и второстепенное. Некоторые критерии такого различения формулирует Д. Пойа применительно к решению математических задач.

8. О применимости к определениям понятий истин истинностных оценок

8.1. Постановка вопроса о применимости к определениям понятий истин истинностных оценок

Вопрос о правомерности оценки определений с точки зрения их истинности или ложности был поставлен еще Аристотелем. В книге II Второй Аналитики Аристотель обстоятельно обсуждает этот вопрос в связи с выяснением соотношений между определениями и доказательствами. Точка зрения Аристотеля по этому вопросу сводится к следующему.

Знание о том, что есть данная вещь, поскольку она существует, дается определением в следующих случаях.

Во-первых, тогда, когда мы имеем дело с началами науки, среди которых фигурируют явные определения некоторых исходных объектов и соответствующих им понятий; во-вторых, тогда, когда посредством силлогистических рассуждений выясняется причина возникновения той или иной вещи, и, в-третьих, когда посредством доказательств обосновывается тезис, отвечающий на вопрос, что есть данная вещь.

Определения исходных объектов (истин) не просто фиксируют факт их существования, специфицируют их, но и раскрывают их сущность. Эти определения не доказываются в рамках той или иной дисциплины и в этом смысле не являются доказанными истинами. Если бы мы пытались доказывать эти определения, то нам пришлось бы совершить regressus in infinitum. «В самом деле, или начала доказуемы, — пишет Аристотель, — и, <следовательно, существуют начала начал — и так до бесконечности; или первые <н а ч а л а >

должны быть недоказуемыми определениями». Однако за пределами специальных теорий эти определения обычно получают обоснование.

Определения второго и третьего видов представляют собой доказанные истины: они истинны в том смысле, в каком являются истинными доказанные тезисы. Так, мы можем, согласно Аристотелю, объяснение того факта, возникающего в ходе доказательства, почему гремит гром, преобразовать в соответствующее определение грома. «Первый <вид определения>, — пишет Аристотель, — хотя и обозначает <нечто>, но не доказывает его; второй же <в и д> является как бы доказательством того, что есть <данная вещь>, но отличается от доказательства по положению <т е р м и н о в>. Ведь не одно и то же, скажем ли мы: почему гром гремит? и что такое гром? На первый вопрос ответят: потому, что огонь потухает в облаках; но что такое гром? — шум при потухании огня в облаках. Так что одно и то же высказывание выражается <д в у м я> различными способами: один раз — как связанное доказательство, другой раз — как определение».

Вопрос о правомерности оценок определений с точки зрения их истинности и ложности, поставленный Аристотелем, обсуждался в истории логики и философии (имелись в виду явные содержательные определения). При этом часто предлагались альтернативные решения этой проблемы в самой общей ее постановке. Так, Д. С. Милль склонялся к точке зрения, что определения не являются либо истинными, либо ложными, если выделить в соответствующих предложениях, квалифицируемых как определения, то, что относится к процедуре определения (а именно, способ установления значения того или иного имени), и одновременно абстрагироваться от того, существуют или нет предметы, обозначаемые определяемым именем.

Точка зрения Д. С. Милля и аналогичные ей могли бы быть приняты в науке, если бы мы не только абстрагировались от того, существуют или нет определяемые объекты, но и ограничили бы класс содержательных определений теми синтетическими номинальными определениями, в которых устанавливается синонимичность понятий Dfd и Dfn.

Допустим, в лабораторных условиях обнаруживается впервые некоторое вещество, которому соответствует следующее описание: «секрет, выделяемый островками Лангерганса поджелудочной железы». Мы можем сократить это описание, введя новое понятие — «инсулин». Тогда мы получим определение: «Инсулин» есть понятие, синонимичное с понятием «секрет, выделяемый островками Лангерганса поджелудочной железы». Это определение является номинальным (поскольку определяется значение понятия посредством установления его синонимичности с иным знаковым выражением),

синтетическим (поскольку понятие «инсулин» вводится в язык науки впервые) и синтаксическим (поскольку построением определения непосредственно обеспечивается замена понятий Dfd и Dfn в любых стандартных контекстах). В таком определении имеет место допускаемая Д. С. Миллем абстракция. Если бы все определения, встречающиеся в науке, были таковыми, то их можно было бы объявить не истинными и не ложными.

Однако во многих случаях в подобных ситуациях приведенное выше синтетическое определение формулировалось бы в семантической форме: «Инсулином называется секрет, выделяемый островками Лангерганса поджелудочной железы». Здесь уже нельзя абстрагироваться от существования определяемого предмета: **самим построением определения вводится понятие для предмета некоторой предметной области (в данном случае для области материальных предметов).**

Если бы на современном уровне развития науки, в язык которой уже введено понятие «инсулин», встретились два реальных определения: «Инсулин есть секрет, выделяемый островками Лангерганса поджелудочной железы», «Инсулин есть секрет, выделяемый щитовидной железой», — то, видимо, мы первое определение объявили бы истинным, а второе — ложным.

Это означает, что вопрос о применимости к определениям истинностных оценок требует дифференцированного подхода, который в первую очередь связан с учетом их аналитического или синтетического, номинального или реального, семантического или синтаксического характера.

8.2. Различные виды определений понятий истин и применимость к ним истинностных оценок.

Аналитические номинальные и соответствующие им реальные определения понятий истин (т. е. возникающие как результат перевода номинальных в реальные) допускают истинностные оценки.

В реальных определениях понятий истин, соответствующих номинальным аналитическим определениям понятий истин, предполагается, что Dfd существует до определения и уже как-то отличается от других предметов людьми по специфическим для него свойствам. Поэтому в таких реальных определениях *implicite* содержится тезис о том, что отличие предмета (истины), осуществляемое до определения, в точности соответствует тому его экстенциональному отличению, которое осуществлено посредством

определения понятия истины (например, тезис о том, что только те животные, которые до определения считались львами и в свете определения должны считаться львами). Если этот тезис выполняется, то реальное определение является истинным, если он не выполняется, то определение является ложным.

В номинальных семантических (и притом аналитических) определениях понятий истин (например, «Планетой называют...», «Треугольником называется...») содержится тезис о том, что только те объекты (истины), которые назывались понятием Dfd до определения, будут называться этим понятием и в соответствии с выработанным определением. Если этот тезис выполняется, то определение будет истинным, если не выполняется — будет ложным.

В несемантических номинальных (и притом аналитических) определениях понятий истин (например, «Понятие Dfd имеет то же значение, что и понятие Dfn») содержится тезис о том, что понятия истин, которые считались синонимичными в экстенциональном смысле до определения, являются таковыми и после определения. Если этот тезис выполняется, то определение является истинным, если не выполняется — ложным.

Допустим, лексиколог вводит в толковый словарь значение слова, уже употребляющегося в речи. Он при этом анализирует самые различные речевые контексты, в которых это слово встречается, и стремится выяснить его значение. Результаты такого анализа фиксируются первоначально в аналитических семантических определениях понятий истин. Так, в эксплицитной форме значение слова «вар» можно записать в виде определения: «Варом называется вареная смола», «Варом называют вареную смолу». Если иметь в виду имплицитно подразумеваемый лексикологом и включаемый им в определение указанный тезис (что детерминируется самой задачей предпринятого исследования), то приведенное определение будет истинным лишь в том случае, если слово «вар» действительно употреблялось до определения в речи только для наименования каждого из объектов, обладающих свойством «быть вареной смолой» (от явления омонимии мы при этом отвлекаемся, поскольку оно лишь усложняет анализ, но не влияет на окончательные выводы). Уточнения указанного типа впоследствии могут принимать и форму реальных определений (например, «Вар есть вареная смола»), поскольку введенное ранее в язык понятие может рассматриваться затем просто как представитель, заместитель соответствующего объекта.

Что же касается применимости истинностных оценок к синтетическим номинальным определениям понятий истин, то здесь могут встретиться два случая: (1) Понятие не существует в соответствующем

языке до определения, оно вводится им. (2) Понятие существует в языке или введено в язык определением, задача при этом состоит в существенном уточнении понятия (имеется в виду такое его уточнение, которое связано с изменением его экстенциональных характеристик).

В случае (1) говорят иногда, что объект не существует до определения, а создается им. В действительности (если речь идет об опытных науках) в гносеологическом плане предмет существует до определения. Он создается им лишь в методологическом смысле, т. е. как объект познания; его обнаружение сопровождается описанием его свойств и его наименованием (процесс конструктивизации).

Когда мы вводим имя для вновь обнаруженного, построенного или появившегося объекта, который нами как-то при этом выделяется из числа других объектов по объективным характеристикам, то возникающее при этом синтетическое определение, принимающее форму семантического определения («назовем таким-то именем объект, характеризующийся так-то и так-то»), непосредственно не может быть охарактеризовано как истинное или ложное. В таком определении устанавливается значение нового имени через описание характеристик объектов, к которым оно будет применяться.

Допустим, мы обнаружили новый секрет, выделяемый островками Лангерганса поджелудочной железы. Встает вопрос о его наименовании. Пусть в результате обсуждения этого вопроса для него выбрано имя «инсулин», что зафиксировано в определении: «Назовем инсулином секрет, выделяемый островками Лангерганса поджелудочной железы». Это синтетическое номинальное определение, на наш взгляд, не допускает еще истинностных оценок; это определение есть соглашение о принятии некоторого знакового выражения в качестве научного понятия.

В дальнейшем, однако, в результате «реификации» имени, т. е. в результате того, что оно начинает уже рассматриваться как нечто обозначающее независимо от Dfn определения, как уже существующее в языке и представляющее некоторый объект, приведенное выше определение может быть истолковано как истинное, поскольку оно уже может быть рассмотрено как аналитическое. В частности, оно может быть истолковано и как реальное определение (например, «инсулин есть секрет, выделяемый...»).

Известно, что на уровне опытного знания нам постоянно приходится превращать относительно истинное в истинное в некотором абсолютном формальном смысле, что свидетельствует о глубокой диалектичности процесса познания. Это создает огромные преимущества для познания хотя бы в том отношении, что оно в таком

случае уже допускает применение к нему формальных правил и аппаратов. Определения в этом отношении не составляют исключения. Так, определение «Инсулин есть секрет, выделяемый островками Лангерганса поджелудочной железы» как аналитическое является истинным, реальным определением, поскольку по отношению к нему выполняется тезис о том, что и до приведенного в некоторой конкретной ситуации нашего определения инсулином считался именно данный секрет, выделяемый островками Лангерганса. Но, вообще говоря, не исключается возможность того, что этот секрет выделяется и другим органом животного. Реальное определение инсулина через описание структуры его молекул будет выполнять соответствующий тезис уже в некотором доскональном смысле. В этом случае **переход от одного определения к другому можно характеризовать как переход от знания менее существенного к знанию более существенного.**

Использование синтетических определений в случае (2) (когда, например, изменяются экстенциональные характеристики уточняемых понятий) можно *mutatis mutandis* рассматривать как введение нового понятия, поскольку изменяется его значение. В таком случае анализ применимости истинностных оценок к синтетическим определениям для случая (1) *mutatis mutandis* можно повторить и применительно к синтетическим определениям для случая (2): они и здесь непосредственно неприменимы. Однако они станут применимыми к таким же определениям, как только новое понятие с новым значением станет рассматриваться как существующий в языке до новых его определений, как только это понятие будет истолковываться как таковое, которое имеет уточненное значение независимо от определения, которым введено данное уточнение.

Возможность применения к номинальным аналитическим и соответствующим им реальным определениям понятий истин истинностных оценок, на наш взгляд, обусловлена тем, что формулирование и использование их происходят по отношению к той части действительности, которая нами уже **конструктивизирована: объекты действительности (истины) уже выделены в процессе познания по некоторым достаточно надежным объективным характеристикам и получили соответствующие имена, посредством которых они могут быть представлены.**

Номинальные же синтетические определения понятий истин связаны непосредственно с самими процессами конструктивизации действительности и изменениями ее в процессе познания (в особенности в процессе научного познания).

Могут последовать возражения, что аналитические номинальные определения и соответствующие им реальные определения истинны или ложны не по отношению к действительности, а по отношению к сложившимся нормам употребления языка, что следовательно, эти оценки имеют вербальный характер.

Здесь важно иметь в виду различие определений на уровне дидактики и на уровне истории познания. Если в науку введено семантическое и одновременно синтетическое определение вида «Понятием А будет называть объект (истину) В» (1), то, естественно, это же определение, переписанное в учебное пособие в виде предложения «Понятием А называют объект В» (2), может истолковываться как имеющее характер вербальной истины: для обоснования того, что определение (2) истинно, достаточно сослаться на предложение (1). Мы условились на уровне науки объект В называть понятием А, а затем повторили, что это действительно так. **Однако на уровне познания, результаты которого фиксируются в языке науки или в естественном языке, вводимые в условиях осуществления конструивизации действительности синтетическими номинальными определениями понятия начинают «обрастать» новым содержанием, которое является результатом опытного, осуществляемого независимо от сформулированного определения исследования того участка действительности, который выделен посредством конструивизирующего определения.** Поэтому в науке зачастую встречаются контексты, в которых определение (2) уже не будет иметь характера вербальной истины: ученый может прийти к выводу, что, несмотря на множество новых свойств, обнаруженных в объекте, обозначаемом А, определение (2) можно сохранить в науке. В такой ситуации обоснование определения (2) требует уже обращения не только к анализу надписей (инскрипций), но и к анализу опытных фактов.

Еще более ярко невербальный характер истинности или ложности тезисов, содержащихся в определениях, допускающих истинностные оценки, проявляется тогда, когда определениями вводятся уточнения слов естественного языка, вводятся изменения в экстенционалах понятий науки. Подобно этому мы, например, объявляем истинной юридическую норму, коль скоро она в силу тех или иных рациональных, соображений принимается обществом и фиксируется в соответствующих документах.

Так, **аналитическое определение человека как разумного животного, способного к членораздельной речи** (3), в действительности представляет собой некоторое предложение об

экстенциональном тождестве Dfd и Dfn . Адекватное применение понятия «человек» в процессе речевой деятельности свидетельствовало о том, что по каким-то свойствам люди отличали себя от иных животных и не обязательно по тем, которые перечислены в определении (3). Эти свойства ассоциировались с понятием «человек». Конструктивизация множества людей, таким образом, была осуществлена до появления определения (3). В определении (3) и устанавливалось отношение экстенционального тождества между свойствами Dfd и Dfn . А это уже есть опытный факт. Даже тогда, когда такое определение формулируется как аналитическое и семантическое («Понятием A назовем объект B »), мы чаще всего подразумеваем предложение: «Объекты, именуемые понятием A , суть те же самые объекты, что и объекты, соответствующие свойству B ». Это отношение тождества является опытным фактом.

Каждое явное определение (независимо от того, является оно аналитическим или синтетическим, номинальным или реальным), если оно истолковывается как правило, обеспечивающее взаимозаменяемость понятий Dfd и Dfn (что требует иногда их трансформации на основе перевода друг в друга), уже не допускает истинностных оценок.

В формальных системах и формализованных языках вопрос об истинности явных определений заменяется вопросом об их доказуемости и решается аналогично.

Каждое явное определение понятия истины, расширяющее некоторую систему, рассматриваемое как правило замены Dfn на Dfd и наоборот ($Dfd \overset{\Delta}{=} Dfn$), не является доказуемым предложением системы (оно относится к числу правил, расширяющих запас ранее сформулированных правил системы S_0).

Допустим, мы расширяем систему S_0 за счет явного определения $Dfd \overset{\Delta}{=} Dfn$, где понятие Dfn рассматривается как сокращение для понятия Dfd . Это определение является синтетическим: оно вводит новое понятие, не содержащееся в языке системы S_0 . Это определение не является доказуемым в S_0 , так как оно не рассматривается как принадлежащее этому языку. На основе этого определения мы расширяем язык системы S_0 до языка системы S_1 . Когда этот язык сформирован, наше определение принадлежит уже языку S_1 . Мы можем его рассматривать как аксиому, а следовательно, и как доказуемое предложение со знаком эквивалентности, или равенства (при интерпретации системы оно является истинным).

До сих пор мы рассматривали такие определения, в которых объекты, для которых вводилось новое имя, выделялись по объективным присутствующим им свойствам.

Однако существует весьма широкий класс номинальных определений, в которых условия использования вводимого определением значения понятия существенным образом детерминируются некоторыми разумными соглашениями между людьми. Таковы номинальные определения, посредством которых уточняются значения знаковых выражений, не имеющих достаточно определенного значения вне соответствующих контекстов. Сюда же относятся и синтетические определения, посредством которых вводятся различные единицы измерения.

Приведем примеры.

Очень часто при решении конкретной задачи мы уточняем понятия с недостаточно определенным значением.

При этом не только в зависимости от характера решаемой задачи, но и в пределах решения одной и той же задачи могут предлагаться различные уточнения. Например, понятие «высокий человек», встречавшееся ранее в языке, может быть уточнено так: «Высокими людьми мы будем называть (считать) лишь тех людей, которые имеют рост больше чем 185 см». Но для того же самого понятия может быть предложено и иное уточнение: «Высокими людьми мы будем называть (считать) лишь тех людей, которые имеют рост больше чем 178 см».

Эти определения хотя и несут элементы объективного знания в том, например, смысле, что, согласно предлагаемым ими уточнениям, люди заведомо невысокого роста (такие, как Наполеон Бонапарт) не попадут в разряд высоких, однако принятие того или иного определения опирается на некоторое разумное соглашение. Такого рода определения, на наш взгляд, не допускают истинностных оценок (даже и в том случае, когда они переводятся в ранг реальных).

Примером другой ситуации, в которой определение не может быть оценено как истинное или ложное, могут быть определения различных единиц измерения, которые часто вводятся в науку путем синтетических определений (например, «Метром называется десятиллионная часть четверти парижского меридиана»). Этим определением устанавливается некоторое общезначимое соглашение о том, какой объект выбрать в качестве единицы измерения длины и назвать метром. Разумеется, что устанавливаемое при этом соглашение должно быть разумным: в основу системы мер кладутся легко воспроизводимые единицы, связанные с практически неизменным объектом природы (с этими соображениями, в частности, и было связано то, что впоследствии пришлось перейти от названного выше «естественного» эталона измерения длины к «архивному»). Однако при соблюдении разумности выбора единиц измерения в качестве единицы длины можно было выбрать огромное множество эталонов

(естественных и соответствующих им архивных). Эти определения и представляют собой соглашения о разумном выборе эталона измерения. В этом смысле они не истинны и не ложны. Эти определения могут быть хорошими (если системы единиц удобны, надежны и т. п.) и плохими (если они не отвечают условиям удобства, надежности и т. п.). Такие определения К. Айдукевич в отличие от номинальных и реальных называет **арбитражными (от английского arbitrary — произвольный)**. Характер соглашений, с которыми мы имели дело, когда вводили единицы измерения, детерминирован потребностями общественной практики.

8.3. Неистинные реальные определения.

В методологии науки различаются **три вида неистинных реальных определений**.

(1) В процессе развития научного знания изменяются, уточняются соответствующие понятия. Эти изменения и уточнения могут быть связаны с их обобщением, ограничением, расщеплением, а следовательно, не только с изменением их интенционала, но и их экстенционала. Ранее данные этим понятием определения вследствие указанных процессов становятся либо слишком широкими ($Dfd < Dfn$), либо слишком узкими ($Dfd > Dfn$).

В таком случае ранее сформулированные определения требуется заменять новыми. Прежние определения окажутся ложными, поскольку заключающийся в них тезис о том, что отличие предмета, имеющее место до введенного определения, соответствует тому его отличению, которое осуществлено посредством данного определения, уже не имеет места.

(2) В ходе развития научного знания можно встретиться и с такой ситуацией, когда Dfd существует (его существование может быть подтверждено опытным путем), но в определении утверждается его эквивалентность Dfn , который является пустым (его пустота также может быть доказана наукой). Пустое множество оказывается эквивалентным непустому. **Утверждение об эквивалентности пустого и непустого класса является ложным.**

(3) **Иногда в ходе развития науки устанавливается, что и Dfd и Dfn являются пустыми.** Такие определения также устраняются из науки как негодные.

Со случаем (1) мы имеем дело, например, при изменении понятий о функции, животном, растении, кривой, машине, скорости и т. п., которые приводили к необходимости изменений и соответствующих этим понятиям определений (и притом в экстенциональном смысле).

Так, в связи с расширением объема понятия о животном пришлось исключить из Dfn соответствующие признаки (например, признак «быть способным к самостоятельному передвижению»), дабы привести в соответствие Dfd и Dfn (сделать их соразмерными), обеспечить эквивалентность Dfd и Dfn, а само суждение об эквивалентности Dfd и Dfn превратить из ложного в истинное.

В свое время киты причислялись к классу рыб (случай (2)) и соответственно определялись как рыбы, обладающие такими-то свойствами. Класс китов не являлся пустым, что могло быть подтверждено наблюдением. Однако рыб, обладающих теми свойствами, которые указывались в Dfn приведенного определения, не существовало, что и было установлено в свое время наукой. **Непустой класс не может быть эквивалентен пустому**, и потому в указанной ситуации была обнаружена ложность ранее предлагавшегося определения. Ложная дефиниция китов была заменена другой, истинной, где обеспечивалась эквивалентность Dfd и Dfn, их соразмерность и соответствие дефиниции с данными опыта.

С аналогичным, но более сложным случаем мы встречаемся в истории развития понятия об атоме. Существование атома в связи с работами Дальтона, Авогадро и др. в XIX в. считалось в науке доказанным. Однако по определению атому в числе иных свойств приписывалось свойство «быть неделимой и неизменной частицей вещества». Но такой частицы в действительности не существовало, что было позднее обнаружено наукой. Dfn дефиниции оказался пустым классом, а Dfd (как было установлено наукой) был непустым классом. Тем самым была обнаружена ложность ранее предлагавшегося определения. Прежнее определение было заменено новым, уже не включавшим в состав Dfn свойства его неделимости и неизменности.

Неистинность определений для случая (2) можно было бы доказать и иначе, опираясь на анализ того тезиса, который содержится в каждом реальном определении, соответствующем номинальному аналитическому определению. Этот тезис, как уже отмечалось, состоит в том, что отличие предмета до анализируемого определения соответствует тому его отличению, которое обеспечивается введенным определением. В рассмотренных определениях этот тезис до какого-то времени выполнялся и определения считались истинными. Однако в ходе развития науки и общественной практики выяснилось, что этот тезис уже не выполняется: в науке, в общественном опыте независимо от определения было выяснено, что отличие изучаемого предмета в общественном опыте и соответствующем ему языке не соответствует его отличению на уровне данного определения. Поэтому определение и было объявлено неистинным.

Например, было выяснено, что киты в науке уже не отличаются от других животных так, как это имеет место в прежнем определении, а именно по признаку «быть рыбой, обладающей такими-то свойствами».

Рассмотрим теперь случай (3). Известно, что в XVIII в. в химию был введен определением такой гипотетический объект, как флогистон («Флогистон есть невесомая материя, представляющая собой начало горючести и содержащаяся во всех веществах, способных гореть или превращаться при обжигании в окалины или извести»). Тогда же в физику был введен аналогичный объект — теплород («Теплород есть особая невесомая материя, входящая в состав каждого тела и являющаяся причиной теплоты тел»). Господствовавшие в свое время теории флогистона и теплорода оказались ошибочными, и тем самым было доказано несуществование таких объектов, как флогистон и теплород, а соответствующие им понятия оказались лишними значениями по отношению к предметным областям, изучаемым физикой и химией. Иными словами, **была доказана пустота понятий о флогистоне и теплороде**. Неистинность этих определений можно выявить и на основе анализа того тезиса, который в них содержится.

Однако известно, что указанные пустые понятия и построенные на них теории сыграли в развитии науки положительную критическую и эвристическую роль. Ф. Энгельс указывал, например, что химия «освободилась от алхимии посредством флогистонной теории». Теория теплорода стимулировала калориметрические исследования. Исходя из этой теории, С. Карно сформулировал ряд доложений («цикл Карно»), которые затем были положены в основу первого закона термодинамики.

Однако если теории, построенные на определениях пустых, несуществующих объектов, способны дать лишь какую-то частицу объективного (знания об изучаемой области), то теории, построенные на слишком широких или слишком узких определениях, часто считаются вполне полноценными. Они, однако, как и любая опытная теория, являются относительными в смысле их исторической ограниченности.

Аналогичные же ситуации имеют место и с суждениями, встречающимися в составе той или иной теории (в том числе и с теми, которые считаются законами природы). Таково, например, суждение «Солнце обращается вокруг Земли». Исходя из этой ложной предпосылки, Птолемей тем не менее сделал ряд важных (и истинных) научных предсказаний.

Когда мы говорим о том, что некоторое суждение ложно, то мы имеем в виду, что оно не соответствует действительности, или (это то же

самое) что ситуация, описанная в ложном суждении, не имеет места в действительности. Например, суждения «Москва расположена на Днестре», «Все металлы — тверды» являются ложными: они не соответствуют действительности, так как (что то же самое) ситуации действительности, описываемые ими, являются пустыми (не существующими). И действительно, в первом суждении утверждается, что Москва расположена на Днестре, но нетрудно убедиться в том, что такой ситуации не существует. Во втором суждении утверждается, что любой объект, принадлежащий классу металлов, является твердым. Но такой ситуации в действительности нет.

Как уже указывалось, определения вида (1) мы можем квалифицировать как неистинные в силу того, что по отношению к ним не выполняется содержащийся в них тезис. К этому же выводу мы придем, если будем вопрос об истинности или ложности определений рассматривать на более широкой гносеологической основе.

Рассмотрим теперь вопрос о неистинности указанных видов определений более детально. Допустим, дано реальное определение «Капиталист — это человек, эксплуатирующий труд другого человека» (т. е. предложение: «Капиталисты, и только они, суть люди, эксплуатирующие труд других людей»). Однако такой ситуации в действительности нет, так как труд других людей эксплуатировали и феодалы, и рабовладельцы.

Итак, в случае слишком широкого определения соответствующее ему предложение эквивалентности оказывается ложным. Этот вывод относится и к слишком узкому определению, т. е. когда $D_{fd} \gg D_{fn}$. Рассмотрим следующее слишком узкое определение: «Прямоугольник есть параллелограмм, у которого все стороны равны между собой и все углы прямые». Как суждение эквивалентности мы это определение можем записать в форме: «Если геометрическая фигура является прямоугольником, то она есть параллелограмм, у которого все стороны равны между собой и все углы прямые, и если геометрическая фигура является параллелограммом, у которого все стороны равны между собой и все углы прямые, то она является прямоугольником». Если первое суждение данной эквивалентности является ложным, то второе — истинным (эти два суждения соединяет знак «и»).

В целом суждение эквивалентности окажется поэтому ложным.

Определения второго вида, рассмотренные совместно с заключенным в них тезисом на основе их сопоставления с действительностью (кстати, этот тезис и позволяет производить нам соответствующее сопоставление с действительностью), приводят нас к выводу об их ложности. Представим определение «Кит есть рыба, имеющая такие-то отличительные свойства» в виде суждения, имеющего форму (2): $Ax((x$

есть к и т — е с т ь рыба, имеющая такие-то отличительные свойства) Л (x есть рыба, имеющая такие-то отличительные свойства,— есть кит)). В условном суждении, стоящем слева от знака конъюнкции, мы можем антецедент предположить истинным (будем рассматривать все те x , которые являются китами), тогда консеквент этого суждения для любого такого x окажется фактически ложным, а все первое условное суждение будет ложным (в отличие от первого вида определений функция « x есть рыба, имеющая такие-то отличительные свойства» не выполняется ни для какого x). Во втором условном суждении антецедент является фактически ложным, так как нет рыб, отличающихся свойствами, которые бы давали основание зачислить их в разряд китов. Раз основание условного суждения (импликации) является ложным, то в целом импликация будет истинной. В целом же суждение эквивалентности будет ложным (в силу определения конъюнкции).

Определения третьего вида при применении к ним в целях анализа аппарата классической двузначной логики оказываются истинными. Представим определение «Теплород есть особая невесомая материя, входящая в состав каждого тела и являющаяся причиной теплоты тел», рассматриваемое как суждение эквивалентности $\sim (D f d Dfn)$ в форме (1): $y x ((x \text{ есть теплород} \rightarrow x \text{ есть особая невесомая материя...}) \text{ Д } (x \text{ есть особая невесомая материя} \rightarrow x \text{ есть теплород}))$. При тех же условиях, что и в случаях анализа предыдущих определений, мы должны констатировать, что каждое из суждений, входящих в состав условных суждений, является ложным в силу того, что не существует таких которые бы обладали свойствами «быть теплородом», «быть особой невесомой материей...». В силу же того, что антецеденты и консеквенты условных суждений фактически оказываются ложными, каждое из условных суждений является истинным (в силу определения импликации), а суждение формы (1) в целом оказывается истинным (в силу определения конъюнкции).

В данном случае оказывается, что обычный аппарат современной логики является недостаточным для анализа ряда научных проблем именно из-за тех крайних абстракций и допущений, которые принимаются при построении соответствующих логических теорий. Подобно тому как эти аппараты оказываются недостаточными при анализе предложений, выражающих законы природы, контрфактических суждений, диспозиционных предикатов и т. п., они оказываются недостаточными и при анализе, имеющем целью установление истинности и ложности некоторых видов определений.

Отмеченные нами различия трех видов определений важны в методологии наук и, в частности, для анализа процесса развития

научного познания. Учет этих различий дает возможность раскрыть дистинкции в эволюции научных теорий, концепций и их фрагментов, детерминируемые встречающимися в них различными видами ложных определений.

Неистинные, соответствующие аналитическим реальным определения первого вида мы предлагаем называть ложными в слабом смысле, вторые — ложными в сильном смысле. Определения третьего вида мы назовем малоосмысленными.

9. Правила введения и удаления знаковых выражений вводимых посредством определений

9.1. Правила введения и удаления на уровне естественного языка.

Вопрос о правилах введения и удаления в связи с обоснованием правомерности абстракций высоких уровней в математике был поставлен впервые С. А. Яновской. Ее точка зрения в общем виде сводится к тому, что введение понятий для абстракций высоких уровней в математические теории оправдано в том случае, если для них одновременно можно сформулировать и правила удаления.

«Чтобы наука могла служить задачам общественной практики людей, она должна содержать общие правила и законы, выявляющие повторяющееся в разных предметах и явлениях жесткое (инвариантное, спокойное) существо дела. Но чтобы выявить существо дела, его жесткое ядро, сердцевину, нужно отвлекаться от несущественных деталей. Результатом такого отвлечения являются абстрактные понятия и объекты, без введения которых нельзя сформулировать ни одного общего закона или правила. Но чтобы применить этот закон на практике, абстрактные объекты нужно заменить их конкретными представителями: нужно их исключить. Нельзя съесть абстрактный «плод», можно съесть только конкретный объект, подпадающий под это общее понятие. Со всяким абстрактным понятием или объектом в науке поэтому должны быть связаны правила его введения и исключения. Для простейших абстрактных понятий типа «плод» способы их введения и исключения не представляют трудностей. Трудности связаны с абстрактными понятиями более высоких порядков (в том числе и допускающими разные порядки),

такими, как «множество», «свойство», «функция», «функционал», «оператор» и др.».

Проблема введения и удаления абстракций охватывает, таким образом, весьма обширный круг гносеологических, методологических и логических проблем. Мы остановимся лишь на проблемах, связанных с введением и удалением знаковых выражений, осуществляемых посредством определений понятий истин. Рассмотрим введение и удаление понятий (и соответствующих им объектов (истин)) посредством явных определений понятий истин, имеющих вид: $Dfd = Dfn$.

Как известно, уже этап овладения человеком речевой практикой вообще опирается на широкое использование оstenсивных определений понятий истин. Правила введения знаковых выражений здесь представляют собой правила оstenсивных определений понятий истин, используемые обучающим; он демонстрирует ситуацию, показывает предмет, оперирует им, дает команды обучаемому и употребляет соответствующее знаковое выражение.

Правила удаления знаковых выражений здесь выявляются в умении обучающимся находить предметы по их именам и описаниям, выполнять определенные действия, предписания, отыскивать ситуации, соответствующие простейшим контекстам. Введенные оstenсивными определениями знаковые выражения элиминируются, заменяются соответствующими предметами, действиями, ситуациями (т. е. их денотатами). В этих правилах удаления *implicite* содержатся различные способы установления значений знаковых выражений, рассматриваемые в качестве универсальных представителями различных теорий значения. Так, описанные выше правила удаления предполагают наличие непосредственного соотнесения знака с его денотатом. Этот способ установления значения абсолютизируется в некоторых вариантах реалистической теории значения и теории эмпирической проверяемости.

Отмеченные выше правила удаления предполагают наличие деятельности по отношению к обозначаемым предметам (истинам). Успех такой деятельности может рассматриваться как аргумент в пользу того, что значение известных знаков усвоено (прагматическая теория значения).

Соответствующие правила введения и удаления можно сформулировать отдельно по отношению к этапу овладения речевой деятельностью, не предполагающему систематического обучения, и по отношению к этапу овладения речевой деятельностью и языком, предполагающим систематическое обучение. И в том и в другом случае мы будем иметь дело с правилами, связанными с вербальными

определениями понятий истин. На этих этапах новые знаковые выражения уже могут вводиться на основе иных знаковых выражений, значение которых усвоено. В конечном счете мы будем опираться на значения тех знаковых выражений, которые введены остенсивным путем.

До систематического обучения вербальные явные определения понятий истин (если они все переведены в реальные) в языке обучаемого часто являются неполными, т. е. они не удовлетворяют правилу соразмерности Dfd и Dfn. Правилами введения знаковых выражений здесь будут правила построения многих видов номинальных определений понятий истин, в которых или для объекта (истины), описанного через его признаки, ставится в соответствие некоторое имя (семантические определения понятий истин), или одно имя (понятие Dfd) вводится взамен другой комбинации знаков.

Согласно правилам удаления, здесь будут заменяться или понятие Dfd объектом (истиной), для которого оно введено (в случае семантических определений понятий истин), или понятие Dfd понятием Dfn.

В процессе систематического обучения человек овладевает новыми знаковыми системами в дополнение к естественному языку, уточняет значение выражений, усвоенных на предшествующих этапах: он начинает в известном смысле переучиваться родному языку. Многие имена для него приобретают значение понятий. Для того чтобы пользоваться определениями и связанными с ними правилами введения и удаления, учащемуся не нужно знать определение синонимичности знаковых выражений в общей форме. Однако это становится чрезвычайно важным, когда мы начинаем строить теории логической семантики.

Таким образом, в процессе воспитания и обучения правила удаления могут быть использованы для выработки критериев, позволяющих устанавливать, понято ли обучаемым значение того или иного знакового выражения.

9.2. Правила введения и удаления на уровне науки.

На уровне науки правила введения и удаления применяются для обоснования правомерности оперирования в науке теми или иными абстракциями высоких уровней и идеализациями. Эти правила введения и удаления можно подразделить на два класса.

Первый класс правил относится к решению внутренних проблем науки. Второй класс правил предполагает выход за пределы той или

иной науки в области иных наук или обращение к выяснению соотношений той или иной научной теории и ее компонентов с действительностью.

Эти правила можно сформулировать отдельно для логико-математических и естественных наук.

Для логико-математических наук можно указать следующие правила:

- (1) введение абстрактных и идеализированных объектов (например, множеств, предикатов, функций) посредством явных определений понятий истин ($Dfd \stackrel{J}{=} Dfn$);
- (2) введение объектов (в том числе и абстракций высоких уровней) с помощью ε -оператора (эпсилон-оператора);
- (3) введение объектов путем неявных аксиоматических определений понятий истин;
- (4) введение объектов посредством неявных рекурсивных определений понятий истин;
- (5) введение абстракций на основе описания способов их образования как внутри развивающейся теории, так и за ее пределами (например, образование понятий о мнимых и натуральных числах).

Некоторые из перечисленных правил вводят объекты лишь в пределах теории (например, правила (2), (4)); некоторые же из них могут использоваться и на дотеоретическом уровне. Часть правил содержит кроме правил введения также и правила удаления (например, правила (1), (3), (4), (5)), другие же являются лишь правилами введения.

Для этих же наук можно указать следующие правила удаления:

- (1) удаление объектов, введенных по схеме $Dfd = Dfn$ путем замены Dfd на Dfn и в конечном счете комбинацией объектов, соответствующих понятиям минимального словаря теории;
- (2) удаление объектов, введенных ε -оператором, на основе доказательства их существования или на основе доказательства ε -теоремы Гильберта;
- (3) удаление объектов, введенных системой аксиом, посредством построения соответствующей модели (стандартной или нестандартной), что часто связано с переходом от рассмотрения систем объектов любой природы к рассмотрению конкретных специфицированных систем объектов;
- (4) удаление объектов (функций и предикатов), введенных рекурсивно, путем сведения их к вычисленным значениям;
- (5) удаление посредством описания образования абстракций за пределами данной теории;
- (6) удаление, связанное с приложениями соответствующей теории с введенными в нее абстракциями для решения научных и практических задач, возникающих за ее пределами;

(7) удаление, основанное на понижении уровней абстракций путем введения их в контекст переменных (так производится понижение уровня абстракций, введенных оператором функциональной абстракции R , посредством операции приложения).

Если для некоторых контекстуальных неявных определений понятий истин существуют правила удаления (так, решая уравнения по определенному алгоритму, мы определяем значения неизвестных, удовлетворяющие им, и тем самым неявные определения превращаем в явные), то таких правил для аксиоматических определений понятий истин не существует. Правило (3) предусматривает другой способ удаления понятий, определяемых неявно; здесь мы в целях удаления понятий осуществляем выход за пределы аксиоматической теории, обращаемся к отысканию для нее соответствующих моделей.

Правило (4) имеет некоторое ограничение: вычисляемая функция в общем случае не является всюду определенной, а следовательно, элиминируемой во всех контекстах (для всех значений ее переменных). Правило (5) очень существенно для обоснования ряда абстракций. Дело в том, что многие абстракции и понятия возникли на содержательно-интуитивном уровне еще до формирования соответствующих теорий и успешно применялись на практике. Анализ способов их образования может подсказать ученому, какие из понятий и абстракций, использовавшиеся при этом, могут быть использованы и на уровне построения научной теории.

Правило (6) является, на наш взгляд, фундаментальным. Если теория с ее абстракциями успешно применяется для решения задач иной, менее абстрактной теории, более непосредственно связанной с действительностью и материальной практикой, то уровень абстракций понижается, и они могут получить естественное материальное истолкование. Если же теория находит непосредственное применение в технике, технологии производства, то и абстракции, применяемые в ней, удаляются в буквальном смысле. В последнем случае **такие абстракции, как точки, не имеющие измерения, заменяются материальными объектами, имеющими три измерения.**

Объект (истина), введенный путем явного определения понятия истины в строгую, построенную генетическим, индуктивным способом, научную теорию, может быть элиминирован и редуцирован к совокупности элементарных объектов (истин), не определяемых, вообще говоря, в рамках данной теории. Это означает, что в конечном счете (при строгом построении теории) решение вопроса о правомерности вводимых путем явных определений объектов (истин) сводится к обоснованию правомерности введения первичных, исходных объектов (истин) науки. Последнее же невозможно

осуществить, не выходя за рамки теории. Аналогично в аксиоматических теориях объекты (истины), вводимые путем неявных аксиоматических определений понятий истин, не могут быть удалены, элиминированы в рамках самой теории.

Правила удаления предполагают в таких случаях выход за пределы абстрактной аксиоматической теории.

Отыскание модели, удовлетворяющей аксиомам такой теории, и будет правилом удаления для введенной теорией системы первичных объектов (истин). Если модель заимствуется из объектов иной теории, то удаление (и одновременно обоснование правомерности) абстрактных объектов является относительным. Заметим, что многие абстрактные объекты и операции с ними вводились в науку на уровне синтаксического оперирования с ними. Если такие абстрактные объекты, как натуральные числа, сопоставлялись в процессе практической деятельности с множеством материальных объектов различной природы (и тем самым происходило удаление этих абстрактных объектов), то такие абстрактные объекты, как мнимые числа, были первоначально введены чисто оперативно: экзemplификаций и интерпретаций для них не существовало. Однако математики умели оперировать с ними по известным правилам и добивались решения таких задач, которые до их введения оказывались неразрешимыми (например, введение числа i позволило разлагать на множители сумму квадратов двух чисел — a и b). Однако в целях более надежного обоснования правомерности введения этих абстрактных объектов в науку математики обратились к отысканию для них модели, которая и была найдена.

Таким образом, основными способами обоснования правомерности введения абстракций и идеализаций в науку являются правила удаления, связанные с выходом за пределы замкнутой теории, связанные с обращением в конечном счете к материальной действительности и общественной практике. Правила введения и удаления свое уточнение получают в различных вариантах построений натуральных исчислений математической логики.

Аналогичные правила можно сформулировать и для естественных наук. Мы обратим внимание лишь на одно важное правило введения. Создание многих физических теорий предполагает введение в их состав идеализированных объектов, которое осуществляется с помощью некоторого умственного эксперимента, связанного с операцией предельного перехода. К числу правил введения в естествознании могут быть отнесены и различные формы обобщения экспериментов, правила интерпретации и т. д. Основными правилами удаления здесь будут: правила применения

теории на практике; правила, обеспечивающие совпадение вычислений по формулам с непосредственными измерениями; правила, обеспечивающие подтверждаемость выводимых следствий из теории в экспериментально-измерительной деятельности и т. п.

Применение правил удаления, связанных с выходом за пределы замкнутых теорий, убеждает нас в том, что абстракции и идеализации являются результатом сложного и противоречивого отражения действительности.

Иногда в действительности для них существуют лишь отдаленные прообразы. Такие прообразы можно найти даже для такого абстрактного и идеализированного объекта, каким является материальная точка. Правомерность этой идеализации Н. Е. Жуковский обосновывает следующим образом: «**Если мы обратим внимание только на движение центра тяжести, то заметим, что оно совсем не зависит ни от густоты расположения материи, ни от формы тела, а только от количества материи в теле. Центр тяжести движется так, как если бы в нем одном была сосредоточена масса всего тела; таким образом, в нем мы видим как бы реальное осуществление материальной точки...**».

Таким образом, **абстракции высоких уровней правомерны тогда, когда для них существуют не только правила введения, но и правила удаления.** При этом имеется в виду, что для оправдания абстракций высоких уровней одновременно используются как и внутритеоретические, так и внешнетеоретические правила удаления: нам должно быть в таком случае известно, что теория, правомерность абстракций которой проверяется, плодотворно применяется если не непосредственно на практике (например, в технике), то во всяком случае для решения проблем иных теорий, которые в конечном счете допускают материальное истолкование используемых в ней абстракций.

Удаление абстракций и идеализаций не может быть осуществлено в абсолютном смысле и во всех контекстах, где они встречаются. Если бы это было так, то это означало бы, что мы в науке оперируем понятиями, без которых в принципе можно обойтись.

В свете проведенного анализа становится ясным, что такими абстракциями, как «бог», нельзя пользоваться в науке (они являются неправомерными, неразумными): для этих абстракций можно сформулировать лишь правила введения, например, путем явных определений (что и делают теологи), но нельзя сформулировать разумных правил удаления на уровне науки, и притом таких, которые бы их удаляли за пределами любых «теорий» и концепций. Последнее

требование обязательно, поскольку абстракция «бог» возникла в сознании людей до всяких «теорий» и «концепций» о боге.

Современный номинализм, как известно, объявляет поход против универсалий. Устранение универсалий из науки повлекло бы существенную ее перестройку. Однако слабость номинализма состоит в том, что ему не удастся создать удовлетворительного и естественного перевода многих предложений науки на номиналистический язык (например, предложений вида «Предметов *a* больше, чем предметов *b*»: «Имеется собак больше, чем кошек»), а также в том, что номиналистический язык настолько громоздок, что его принятие становится тормозом для развития науки, лишает ее мощных эвристических потенций. Нельзя не согласиться с А. Чёрчем в том, что изгнание из науки универсалий приведет к тому, что «теория будет нестерпимо сложной, если вообще возможной». И это подтверждается некоторыми фундаментальными соображениями научного и методологического характера.

Известно, что опережающий характер отражения действительности присущ всему живому (опережающее отражение есть свойство протоплазмы клетки). Это означает, что организм отражает и приспосабливается не только к настоящим состояниям окружающей его среды, но и к будущим ее состояниям, предвосхищает наступление будущих состояний среды. Это возможно потому, что состояния среды изменяются не хаотично, а в определенной инвариантной последовательности (например, чередование времен года). Это постоянство последовательностей в изменениях среды трансформируется в химическую последовательность молекулярных процессов.

Человеку в большей степени, чем другим животным, присуще свойство опережающего отражения действительности. Основным средством опережающего отражения действительности в обществе является наука, научное познание, опирающееся на мощный арсенал экспериментальных, логических и методологических средств. Важную роль в этом арсенале средств опережающего отражения играют универсалии: абстрактные и идеализированные объекты. Среди них можно встретить и такие «идеальные элементы» (выражение Д. Гильберта), которые имеют чисто оперативный смысл. Именно на основе абстракций и идеализаций и применения правил логики человек получает «возможность в сравнительно простой и доступной форме «проигрывать» в уме различные ситуации до того, как он их осуществил практически, зафиксировал графически. Изгнать универсалии из науки — это значит оскотить ее, лишить ее мощных эвристических потенций.

Означает ли сказанное выше, что анализ науки, осуществляемый в соответствии с номиналистическими установками, является бесплодным? Нет, не означает.

Такие анализы в «критические» периоды развития науки дают возможность не просто достигнуть большей строгости теорий, но (это самое главное) и выявить конструктивное, эффективно проверяемое существо в недостаточно конструктивных теориях.

9.3. О строгости определения понятия истины

9.3.1. Понятие строгости определения на различных уровнях познания.

К определениям понятий истин предъявляются требования различной степени строгости, в том числе, доказательности. Они зависят от различных уровней познания. Известно, что явные определения на уровне повседневного опыта достаточно неопределенны, о чем свидетельствуют толковые словари. Явные определения значений слов здесь дополняются, как правило, приведением случаев контекстуальных употреблений определяемых слов и словосочетаний.

Эта неопределенность связана в первую очередь с тем, что на уровне повседневного опыта при описании окружающей нас действительности мы не прибегаем к тем упрощениям и моделям, к тем ограничениям предметных областей, с которыми мы встречаемся в науках.

Область действительности, включенная в повседневный человеческий опыт, отличается крайним разнообразием и неопределенностью, несмотря на то, что уже на этом уровне широко используются процессами конструирования и абстракции. Надлежащие научные аппараты непосредственно (во всяком случае в их развитой форме) еще не могут быть применены к этой области опыта и языка. **Здесь не выделены простейшие элементарные понятия (и соответствующие им объекты (истины)), что затрудняет выработку строгих (доказуемых) определений понятий истин и неизбежно приводит к круговым определениям.** Трудности достижения адекватных определений понятий истин через свойства усугубляются тем, что одни и те же объекты (истины), включаемые в различные области практики и деятельности, приобретают различные функции и вместе с тем различные свойства. Так, в функции стола как известного вида мебели

могут выступать не только специально изготовленные человеком предметы, но и ящики, стулья, пни деревьев и т. п. Квалификация одних и тех же объектов, относящихся, например, к области психики, часто меняется (и притом в экстенциональном смысле) в зависимости от возраста, профессии лица, дающего определения, от личного и группового опыта. Так, одно и то же чувство один человек может считать проявлением любви, а другой — проявлением трусости и эгоизма.

Поскольку определения в области повседневного опыта имеют **аналитический характер, т. е. связаны с выявлением уже сложившихся значений в языке**, работа лексиколога сталкивается с большими трудностями. Эти трудности он и пытается преодолеть, выделяя множество значений для одного и того же слова или словосочетания, прибегая к контекстуальным и экземплярным определениям.

Однако, видимо, не следует предъявлять большей строгости к определениям на уровне естественного языка и повседневного опыта, чем та их «строгость», которая характерна для определений слов и словосочетаний, содержащихся в различного рода словарях (толковых, фразеологических и др.). **Для обеспечения основной коммуникативной функции языка такие определения вполне достаточны.** Они достаточны и для описания их средствами того повседневного опыта, который является общим для людей, говорящих на одном и том же языке.

На уровне качественного научного описания действительности, связанного с наблюдением, простейшими формами эксперимента и последующей классификацией изучаемых предметов и явлений, исследователь стремится выделить в предметах (если имена для них уже введены в соответствующий язык) **в качестве отличительных именно существенные свойства**, ограничивает область исследования известными рамками, стремится установить некоторую субординацию между множествами различных объектов, понятиями разной общности. Одной из целей такого исследования является установление жестких разграничительных линий между изучаемыми предметами (истинами). Но здесь исследователь поставлен перед огромными затруднениями, поскольку сама действительность глубоко диалектична по своей природе. На уровне повседневного опыта эта диалектичность может оказаться и нераскрытой. Однако более детальный анализ приводит нас к необходимости преодоления затруднений диалектического характера. **Так, в естественных языках сложилась двучленная схема делений живых организмов на животные и растения.** В области ограниченного повседневного опыта

действительно нетрудно было отличать таких животных, как коровы, лошади, собаки, медведи, от таких растений, как березы, ели, сосны и т. п. Первые двигаются, издают звуки, поглощают пищу, как и люди, а вторые прикреплены к одному месту, не издают звуков, не поглощают пищи.

Наука восприняла альтернативную двучленную схему «животные—растения» и на этом пути пыталась выработать соответствующие определения животных и растений. Расширяющийся опыт человека благодаря систематическому научному изучению природы вскрыл, однако, недостаточность первоначальных определений и поставил исследователя перед значительными трудностями. Эти трудности не преодолены и в настоящее время. Проведение жесткой конструктивизирующей границы между миром животных и растений не представляется возможным именно потому, что имеются целые типы живых существ (таковы, например, аппендикуляции и фарониды), которые обладают свойствами и животных и растений. Поэтому одни ученые склонны их включать в мир животных, а другие — в мир растений. Весьма возможно, что отказ от двучленной схемы «животные — растения» и замена ее новой (например, трехчленной схемой, связанной с введением нового мира живых существ и соответствующего имени для него) привели бы к упрощению биологической систематики, к частичному преодолению указанных затруднений.

Сложности, связанные с отождествлением предметов (истин) с самими собой и друг с другом, проведение конструктивизирующих, «жестких» границ между множествами предметов (истин) посредством их определений обнаруживаются науками в самых различных областях действительности, что заставляет **изменять принципы отождествления, прибегать к идеализациям, допущениям и оговоркам.**

Когда мы начинаем оперировать абстракциями высокого уровня, прибегаем к идеализациям, требования к строгости и точности определений, вообще говоря, повышаются. Хотя абстракции и идеализации отражают какие-то стороны, связи, свойства материальных вещей, но тем не менее мысленное оперирование с ними не может быть непосредственно заменено оперированием с самими вещами и тем самым проверена их адекватность материальной действительности. **Расплывчатость, нестрогость определений абстракций и идеализаций создают условия для их ненаучных интерпретаций.**

На уровне математического естествознания и математики ученые постоянно оперируют абстракциями более высокого порядка, чем

первый, и идеализациями, имеющими лишь весьма отдаленные прообразы в материальной действительности. В этих науках к определениям предъявляются, как уже указывалось, более строгие требования. Надо сказать, что **понятие строгости формально трудно определить**. Так, например, в статье С. А. Яновской, посвященной специально вопросу выяснения роли математической строгости в творческом развитии математики, понятие строгости вводится контекстуально, через различного рода экземплификации. **Определения в этой области познания не только должны адекватно разъяснять значения понятий, но и специфицировать вводимые объекты. Введенные определениями объекты в этом случае должны допускать применение к ним определенных правил формального характера, с помощью которых можно было бы добиваться однозначного решения задач, возникающих в ходе развития науки.**

Поэтому не случайно в классической механике исходные концептуальные определения понятий через описания их свойств (они по существу фигурируют на уровне метатеории) заменяются операциональными определениями, предполагающими введение для ряда основных понятий эталонов измерения.

В результате введения путем операциональных определений абстрактных объектов, которые приобретают характер физических измеряемых величин, **физик получает возможность заменять непосредственные труднодоступные (а иногда и в принципе непосредственно неосуществимые) измерения вычислениями**. При этом он опирается на информацию более легко извлекаемую и на законы природы, записываемые на языке математики.

Неуточненные в надлежащей мере и в указанном смысле понятия математики также являются часто препятствием для решения задач алгоритмического характера, для решения вопроса о том, применимо ли то или иное правило для всех случаев определенного рода или нет. Поэтому, например, правило о нахождении производной произведения двух функций $f(x)$ и $g(x)$, которое не является алгоритмичным, творцы математического анализа формулировали так: проверь, обладают ли обе функции $f(x)$ и $g(x)$ производными. Если нет, то правило неприменимо. Если да, то, обозначив эти производные $f'(x)$ и $g'(x)$, пиши $g(x) \cdot f'(x) + f(x) \cdot g'(x)$ и подставь на место $f(x)$, $g(x)$, $f'(x)$, $g'(x)$ обозначаемые ими функции. Получишь выражение производной функции от произведения $f(x) \cdot g(x)$. Дело в том, что **операция предельного перехода**, играющая главную роль в исчислениях математического анализа, **не является алгоритмичной в общем случае**, а создатели дифференциального и интегрального исчислений

стремились найти алгоритм, позволяющий выполнить ее (или убедиться в том, что она невыполнима) при отыскании **предела отношения, т. е. производной у по x** . «Всякий раз обнаруживалось, однако, что искомый алгоритм не найден, пока наконец математики не поняли, что для ответа, например, на вопрос о том, имеет ли вообще всякая непрерывная функция производную, им **нужно знать, что такое «непрерывная функция», «предел», «производная», нужно иметь точные определения этих понятий, с которыми можно «работать» до определенным правилам, дающим однозначный ответ «да» или «нет» на вопросы, аналогичные поставленному выше».**

Иногда для развития науки важно точно определить саму постановку задачи. «Давно известно, конечно, какую роль сыграло строгое уточнение постановки задачи для решения знаменитых задач древности о квадратуре круга, трисекции угла и удвоении куба. Более двух тысячелетий эти задачи не удавалось разрешить: неизвестно было даже, можно ли считать решениями многочисленные способы построения (с помощью различных инструментов) квадрата, равновеликого данному кругу, угла, являющегося третьей частью данного угла или куба, объем которого два раза больше объема данного куба, то и дело предлагавшиеся разными авторами также начиная еще с античной древности. Лишь когда эти задачи были точно сформулированы как задачи на построение именно циркулем и линейкой и была полностью выяснена связь таких построений с решением квадратных уравнений, оказалось возможным строго доказать, что так поставленные задачи неразрешимы: **циркулем и линейкой требуемые в них построения нельзя осуществить».**

Тот факт, что такие области знания, как математическое естествознание и математика, нуждаются для плодотворного развития в строгих определениях в указанном выше смысле, видимо, не вызывает сомнений. Однако возникает вопрос: в результате чего достигается указанная строгость, является ли она абсолютной? Попытаемся ответить на этот вопрос преимущественно на примере рассмотрения строгих логикоматематических теорий.

9.3.2. Относительный характер строгости определений понятий истин.

Необходимым условием точности и строгости определений абстрактных объектов, имеющих характер физических величин, является введение в теорию предположений идеализирующего

характера, введение в теорию идеализированных и абстрактных объектов, обеспечивающих упрощение изучаемой ситуации. Так, определение массы как меры инерции может считаться достаточно строгим, если допустить существование такого идеализированного объекта, как инерция, и соответственно существование в природе инерциальных систем в некотором абсолютном смысле. Поскольку же такие системы существуют лишь в теории, а в природе имеют место лишь относительные инерциальные системы, постольку масса может быть измерена не абсолютно, а лишь приближенно.

Вводя в различные физические теории идеализирующие допущения, а также идеализированные и абстрактные объекты, мы получаем возможность в сравнительно простой форме описать на математическом языке законы природы, сформулировать точные определения понятий истин. Вводя посредством аксиом Пеано или строя индуктивно натуральный ряд чисел, мы в действительности вводим некоторую последовательность объектов, изоморфную натуральному ряду. Числа же 1, 2, 3, 4..., которыми мы оперируем в содержательной математике, определяются на концептуальном уровне уже за пределами формализованной арифметики. При их определении мы можем опереться на теоретико-множественные понятия, как это и делали, например, Фреге и Б. Рассел. Однако эта теория в свою очередь построена на допущениях ряда абстракций и идеализаций. Поэтому и последовательно вводимые в содержательную математику определениями иные классы чисел, опирающиеся в конечном итоге на понятие натурального числа, будут строгими в том же смысле, что и определения натуральных чисел. А их строгость относительна, так как она детерминирована в конечном итоге некоторыми допущениями, правомерность которых не обосновывается строго формально.

В самом индуктивном определении натурального числа мы пользовались неопределяемым понятием «следующий за», смысл которого поясняется нестрогим, через примеры.

Подобно тому как заключения, получаемые по правилам дедукции, не могут быть более истинными, чем посылки, из которых они выводятся, подобно тому как результаты вычислений не могут быть более точны, чем фигурирующая в них информация, полученная на основе измерений, аналогично и определения объектов не могут быть более строгими, чем определения объектов (истин), на основе которых они строятся, с помощью которых они обосновываются (пусть даже за пределами теорий).

Тот факт, что в математике введенные ранее понятия постоянно уточняются, развиваются, свидетельствует о том, что в ней присутствуют понятия различного уровня строгости, что само понятие строгости определения в математике является относительным, историческим.

Математические теории возникают не внезапно, а предполагают анализ и использование результатов предшествующих этапов их развития. Их поэтому, как и любые другие теории, нельзя (во всяком случае при выяснении целого ряда методологических проблем) отрывать от их истории. При создании математической теории понятия вводятся часто с таким расчетом, чтобы их введение учитывало всю предшествующую практику развития математики, чтобы понятия в теории охватывали все типичные случаи их употребления за пределами теории. Иными словами, когда нам приходится посредством определения уточнять понятие с уже утвердившимся в науке значением, которое на каком-то уровне нами уже понимается и используется, то это определение будет содержать тезис, некоторое утверждение о том, что введенное посредством определения значение понятия соответствует тому его значению, которое сложилось до вновь вводимого определения. Как мы указывали, такие определения называются аналитическими.

Так, если мы пытаемся определить площадь, то это определение должно охватывать все те объекты, которые и до определения квалифицировались нами как площади, т. е. мы добиваемся того, чтобы значения понятий до определения и после были экстенционально равны.

Математически строгое определение, как уже указывалось, должно давать возможность в контексте теории доказывать теоремы о свойствах объекта, вводимого определением.

Уточненное понятие поэтому должно иметь в этом отношении преимущества по сравнению с уточняемым (например, на его основе окажется возможным доказывать такие теоремы, выводить такие следствия, которые недоказуемы, невыводимы на основе уточняемых определений). Это означает, что уточненное понятие интенционально неэквивалентно тому понятию, значению, которое существовало до определения.

До некоторого времени наука, в том числе и математика, удовлетворяется недостаточно уточненным смыслом используемых понятий, вынуждена обходиться без общих определений (хотя для частных случаев они могут быть достаточно строгими). Так, во времена Декарта под непрерывной кривой понималась кривая, которую

можно начертить, не отрывая карандаша от бумаги. Естественно, что из такого определения непрерывной кривой нельзя было вывести заключения о существовании кривых, ни в одной точке не имеющих касательных (теорема Больцано — Вейерштрасса, для доказательства которой уже требовались точные определения непрерывности и касательной).

Еще в античную эпоху люди научились измерять площадь и объемы фигур и тел. Когда вычислялась, например, площадь той или иной фигуры, вполне естественно вставал вопрос о том, что представляет собой определяемая площадь данной фигуры. **Площадь круга, например, определялась античными математиками как некоторый предел вписанных и описанных многоугольников.**

Однако этого определения было недостаточно для определения площадей секторов и сегментов. Это означало, что математика нуждается в общем определении площади и объема, что понимание общих понятий объема и площади на неточном, интуитивном уровне уже не удовлетворяет потребностям математики. На это обстоятельство указывал А. Лебег в книге «Об измерении величин». Аналогичные трудности в математике отмечает и А. Н. Колмогоров в своем предисловии к этой книге. «Особенно остро стоит вопрос о понятии площади поверхности. В элементарной геометрии кроме площадей поверхностей цилиндра и конуса, для которых общая проблема может быть обойдена развертыванием на плоскость, «вычисляется» площадь поверхности шара. Вычисление этого, однако, не имеет определенного смысла, пока само понятие площади поверхности не определено. Далекое не всем известно, что дело вовсе не в затруднительности привести такое определение в школьном учебнике, а в том, что корректное элементарно-геометрическое определение площади поверхности, пригодное хотя бы в простейших случаях, вообще было найдено лишь к концу XIX в. и излагается лишь в специальных мемуарах. В учебниках анализа и дифференциальной геометрии площадь поверхности определяется как интеграл. Обычные «доказательства» того, что этот интеграл действительно выражает площадь поверхности, не выдерживают критики по той причине, что нельзя доказать равенство интеграла площади поверхности, не определив сначала, что такое площадь. Это обстоятельство является уже подлинным скандалом для общепринятого изложения дифференциальной геометрии».

Наоборот, внесение в содержание понятий надлежащей точности, определение их на строгом формальном уровне часто связаны с радикальной ломкой сложившихся научных теорий, с их бурным развитием. В этой связи достаточно вспомнить о той огромной роли,

которую сыграли работы О. Коши и других математиков, связанные с уточнением понятий непрерывности и предела, в развитии математики. Показательным является и пример с уточнением понятий алгоритма или (в иной терминологии) понятия вычислимой (рекурсивной) функции, которые были выполнены А. Тьюрингом, Э. Постом, А. Чёрчем, А. А. Марковым, А. Н. Колмогоровым и другими математиками.

До некоторого этапа в развитии математики отсутствие общего определения понятия о логическом следовании не препятствовало развитию математики. Ученые при выведении теорем из аксиом теории опирались на интуицию, на те правила логики, которые были сформулированы для частных случаев вывода заключений из посылок определенной формы. Однако решение проблем в основаниях математики потребовало выработки такого определения.

В приведенных выше примерах уточнений посредством аналитических определений понятий площади поверхности и алгоритма мы имели дело с такими случаями, когда значения понятий до определения и после определения истолковывались нами как экстенционально равные, как различные определения одного и того же. Поэтому в основе уточнений, осуществляемых на базе такого рода определений, лежит тезис о том, что уточненное понятие лишь в определенном смысле эквивалентно уточняемому, «интуитивно ясному», общему понятию, но что произведенное уточнение тем не менее более полно и точно отображает «существо дела» одного и того же. Это означает, что **указанный тезис об эквивалентности уточняемого и уточненного не может быть доказан строго формально, это факт опыта.**

Строгие формальные доказательства здесь не могут быть осуществлены потому, что одна из частей доказываемой эквивалентности является нестрогой определенной, базирующейся на интуитивных соображениях.

Строгие формальные доказательства указанной эквивалентности экстенционалов заменяются в таком случае нестрогими обоснованиями опытного характера. Так, мы говорим, что уточняемое и уточненное понятия эквивалентны экстенционально, поскольку все известные нам до сих пор площади поверхностей оказываются таковыми и согласно уточненному, формальному определению. Если при этом удастся доказать, что все уточнения одного и того же понятия посредством различных определений оказываются экстенционально равными (а это уже можно доказать строго формально, поскольку речь идет именно об уточненных Dfn определений), то мы получаем новый аргумент в пользу того, что каждое из этих уточнений эквивалентно уточняемому понятию. Так,

уточнения понятия об алгоритме, полученные различными математиками, оказались эквивалентными друг другу. Это и означает, что мы получили лишний аргумент в пользу эквивалентности интуитивного общего понятия об алгоритме и строгого уточненного понятия.

Итак, мы убедились в том, что **при обосновании тезиса об эквивалентности уточняемого и уточненного нам приходилось пользоваться нестрогими доказательствами.**

Абсолютно строгими нам обычно представляются те синтетические определения, посредством которых вводятся по соглашению новые имена для описаний некоторых объектов, рассматриваемые как сокращения таких описаний. Однако если такая интерпретация дается содержательным явным определениям (например, в рамках содержательных аксиоматических теорий), то высказанные выше соображения относительно отсутствия абсолютной строгости определений (если они рассматриваются не изолированно, а в контексте всей теории) остаются в силе: на содержательном уровне в заменяемое выражение Dfn входят понятия, которые в конечном счете вводятся через неопределяемые понятия, значение которых не определяется строго формально. Если же мы имеем дело с чисто формальными системами, то используемые в них явные определения типа сокращений имеют некоторый абсолютный статус строгости до тех пор, пока мы остаемся в рамках чисто формальных подходов. Допустим, что в некотором исчислении высказываний мы аксиоматически определяем знаки $<$, $>$ а знак \sim вводим затем явным определением типа сокращения. Тогда оно может рассматриваться как строгое в некотором абсолютном смысле. Дело в том, что аксиомы определяют соотношения между знаками, рассматриваемыми автономно.

Если отвлечься от той работы исследователя, которая приводит к созданию некоторой формальной системы от ее интерпретации, то последняя представляет собой некоторую систему, имеющую чисто конвенциональный характер, подобную играм в карты или шахматы. Однако при оперировании объектами формальных систем мы на каком-то уровне метатеории отдаем себе отчет, что мы действуем с жесткими, конструктивными объектами, не меняющимися в процессе рассуждения, что такие-то знаки в ней следует отождествлять, а такие-то различать. Понятия же о жестких, конструктивных объектах, о тождестве и различии знаков вводятся уже нестрога, неформально. Иными словами, **эта система может «работать» лишь при наличии формально нестрогих определений.**

Система оказывается имеющей научный смысл, когда для нее отыскивается на основе интерпретации некоторая модель.

В этом случае система перестает быть чисто формальной, знаки ее уже перестают употребляться автономно. Она становится теорией некоторой предметной области. Ее явные определения на семантическом уровне становятся, как и в других содержательных теориях, строгими лишь в некотором относительном смысле.

Сама по себе формальная строгость определений понятий, предложений, правил и т. п. еще не является гарантией плодотворности развития науки, получения истинных и надежных результатов. В указанной выше работе С. А. Яновской, посвященной анализу строгости в творческом развитии математики, приводятся примеры, свидетельствующие о том, как одна лишь формальная строгость не только не способствует развитию науки, но, наоборот, может направить ее по ложному пути.

Науке нужна лишь такая строгость, которая бы обеспечивала ей получение истинных результатов, согласующихся с действительностью.

Поэтому всякое уточнение на основе определений понятий истин должно производиться с таким расчетом, чтобы в целом теория оказывалась применимой к действительности или во всяком случае оказывалась бы применимой в иных теориях, истинность которых обоснована, проверена и которые (пусть через ряд опосредствований) применяются к действительности.

Для того чтобы уточнения производились в нужном направлении и обеспечивали бы плодотворное развитие науки, необходимо учитывать весь опыт ее развития, ее практические приложения. Видимо, на основе учета этого опыта (еще до того, как теория получила какие-либо применения) ученый и получает некоторые гарантии того, что такое-то уточнение полезно, плодотворно, разумно, а такое-то нет. В опытных науках необходимость уточнения понятий и связанное с ним изменение теорий часто обуславливаются тем, что прежние теории с их неуточненными понятиями становятся неадекватными: с их помощью не представляется возможным описать на языке теории новые данные эксперимента.

Формальная строгость всегда должна быть детерминирована существом дела, содержательной пригодностью, истинностью

знания. Это и создает подлинную корректность, обеспечивающую плодотворное развитие науки.

Но если для науки содержательные соображения играют детерминирующую роль, то, может быть, можно не заботиться о формальной строгости? Нет, нельзя. Дело в том, что решение множества научных задач невозможно без применения **формально-математических аппаратов,** которые **предполагают наличие**

строгих в формальном смысле определений. Применение логики и математики обеспечивает замену решений задач на основе материальной деятельности, практики (которые иногда трудноосуществимы, а иногда в принципе и неосуществимы) решением задач в сфере духовной теоретической деятельности. **Формальная строгость в сочетании с учетом содержания, «существа дела» обеспечивает творческое познание действительности.**

Рассуждения на уровне повседневной жизни, в ходе качественного описания действительности также требуют строгости определений, хотя строгость в этих случаях, как мы уже указывали, не обязательно должна отвечать требованиям строгости, предъявляемой к математическим теориям и теориям математического естествознания.

Если, например, требуется купить скатерть на стол, то требуется измерить площадь стола. Однако совершенно ясно, что измерение площади стола с точностью до микрона не имеет смысла. Аналогично при объяснении ребенку дошкольного возраста, что представляет собой натуральное число, не имеет смысла определять его, например, посредством соответствующего индуктивного определения или по Фреге — Расселу. Его в данном случае вполне удовлетворит экземплярное определение.

Это означает, что уровень строгости детерминруется характером, спецификой задач, которые нами решаются, т. е. опять-таки некоторыми содержательными соображениями.

10. Методы формирования определений понятий истин

10.1. Исходные понятия истин

Выделяем два аспекта, учитываемых при формировании определений понятий истин, — способность хранить, накапливать, извлекать, обобщать и корректировать знание об истинах (*эпистемологический аспект*) и способность использовать знание об истинах вместе с поставленной целью для нахождения эффективных решений задач (*эвристический аспект*).

Таким образом, знание фактов относительно различных сторон мира, в котором работает система понятий истин, является ключевым понятием для построения таких систем.

Общая система знаний может рассматриваться как состоящая из знания о внешнем мире (модель внешнего мира), абстрактного знания (мир философии, математики и т.д.) и знания о знаниях активных источников действия в мире (другие интеллекты, силы природы или сама система понятий). Существенно отметить, что мы включаем в знание набор *универсальных и специализированных методов решения задач формирования понятий истин (РЗ)*. Таким образом, система понятий истин должна обладать способностью хранить, извлекать, обобщать и корректировать методы РЗ как часть знания. Система знаний, организованная соответствующим образом, составляет *внутреннее пространство* системы понятий истин.

Форма совокупного выражения знаний и условий решаемой задачи в системе понятий истин называется *определением понятия истины*. Перед нами стоит задача строить такие определения понятий истин, которые, с одной стороны, были бы достаточно общими, т.е. допускали описание широкого класса миров и задач, решаемых в этих мирах. С другой стороны, определения понятий истин должны допускать использование мощных методов в отношении как качества решения задач, так и потребных для решения ресурсов. В общем случае требования общности определений понятий истин и мощности методов РЗ являются противоречивыми. Существование обратной зависимости между общностью и мощностью приводит к тому, что в попытках построить общий решатель задач мы будем вынуждены снабдить его общими и потому относительно слабыми методами решения.

В рамках указанной качественной зависимости формирование определения понятия истины является весьма важным фактором, определяющим как простоту описания задачи, так и эффективность ее решения. В силу такого двойственного характера определения понятий истин имеет смысл описать эпистемологические и эвристические свойства определения понятий истин.

Эпистемологически полным определением понятия истины, или определением в широком смысле, назовем совокупность формализмов для описания всех фактов о пространстве истин, необходимых для выполнения определенного класса задач.

Пример эпистемологически неполного определения понятия истины: естественный язык эпистемологически неполон для описания хранения знаний в человеческом мозгу или для описания сложных визуальных образов.

Эпистемологически адекватным определением понятия истины называется определение, которое можно практически использовать для выражения фактов относительно какого-то аспекта пространства истин.

Пример эпистемологически полного, но неадекватного определения: описание 40-разрядного двоичного регистра в виде конечного автомата.

Эвристически адекватным определением понятием истины называется определение, которое допускает лингвистическое выражение последовательности рассуждений, приведшей к решению задачи формирования понятия истины.

Пример эпистемологически полного и адекватного, но эвристически неадекватного определения понятия истины: представление зрительных образов истин путем двоичного кодирования «черного» и «белого» на рецептивном поле эпистемологически полно и адекватно, но эвристически неадекватно, т. е. не может быть использовано для распознавания образов истин.

Общий план использования методов для решения поставленной задачи называется *стратегией*.

Эвристически эффективной стратегией называется стратегия, направленная на оптимизацию необходимых для решения задачи ресурсов.

Заметим, что определение понятия истины и стратегия составляют две основные и взаимосвязанные компоненты процесса РЗ, причем эвристически эффективная стратегия определяется относительно заданного эвристически адекватного определения понятия истины, а формирование эвристически адекватного определения понятия истины должно осуществляться с ориентацией на построение эвристически эффективных стратегий.

Обратная зависимость общности и мощности приводит к качественному заключению о том, что чем более специализированным является эвристически адекватное определение понятия истины, тем с большей вероятностью мы сможем построить эвристически эффективную стратегию.

Поэтому, если рассматривать эпистемологически полное определение понятия истины главным образом как инструмент для описания фактов о пространстве истин и для постановки задачи, процесс решения должен включать в себя последовательное преобразование определений понятий истин, начиная от эпистемологически полного определения понятия истины и кончая таким специализированным эпистемологически и эвристически адекватным определением понятия

истины, в котором может быть определена эвристически эффективная стратегия.

Под *определением понятия истины в узком смысле*, или собственно определением, будем понимать эпистемологически и эвристически адекватное определение понятия истины, описанное в рамках единого формализма и ориентированное на построение эвристически эффективных стратегий решения подкласса задач относительно класса, определяемого эпистемологически полным определением понятия истины.

10.2. Проблема преобразования представлений истин

10.2.1. Общий подход

Несмотря на то, что проблема преобразования представлений истин — одна из важнейших для построения по-настоящему «разумных» и эффективных решателей задач, до сих пор не предложено сколько-нибудь удовлетворительной теории, способствующей решению этой проблемы. Во всех разработанных к настоящему времени программах формирования определений понятий истин и преобразования представлений истин оставались прерогативой разработчика. Решение ее является квинтэссенцией связанного с творческой деятельностью поведения человека.

Основным подходом к проблеме преобразования представлений истин при решении задач является разработка средств *глобального исследования пространства поиска решений*, результатом которого явилось бы преобразование этого пространства в другое или меньшего размера, или (и) обладающего специфическими свойствами, полезными для решения данной задачи. Мы употребляем термин «глобальное исследование», чтобы отличить его от «локального исследования» пространства поиска решения, естественно происходящего в процессе РЗ.

Среди стандартных целей такого глобального исследования следует выделить:

- 1) Обнаружение свойств симметрии, избыточности или подобных обобщенных отношений в пространстве поиска решений, ведущих к сокращению пространства.
- 2) Переформулировка задачи путем обобщения элементов начального представления и отождествления полученных макроэлементов с элементами в новом представлении истины.

3) Разделение общей топологии пространства на «легкопроходимые», критические и запрещенные области с последующим переопределением элементов представления истины.

Успех глобального исследования пространства поиска решений определяется в основном опытом, накопленным решателем задач при попытках решения задачи в исходном представлении. Другими словами, этот **подход к решению задачи преобразования истин следует рассматривать как пошаговый процесс, эволюционирующий от каждого текущего представления к более эффективному, исходя из информации о задаче (или классе задач),** которая появляется при попытках решить задачу в текущем представлении. Мы рассмотрим этот подход на примере, а затем укажем на некоторые общие методы глобального исследования **пространств поиска решений**.

10.2.2. Пример

Рассмотрим задачу о миссионерах и людоедах (МЛ). Словесная формулировка задачи (эпистемологически полнопредставление) выглядит следующим образом.

Элементарная постановка. Три миссионера и три людоеда хотят пересечь реку с левого берега на правый. Имеется лодка, вмещающая не более двух человек (в любом сочетании миссионеров и людоедов). Если число людоедов на любом берегу превысит число миссионеров, то миссионеры будут съедены. Найти простейший план перевозок, безопасный для миссионеров и такой, что три миссионера и три людоеда окажутся на правом берегу.

Обобщенная постановка отличается от элементарной тем, что имеется N миссионеров и N людоедов, а лодка вмещает k ($k \geq 2$) человек. Число людоедов не должно превышать числа миссионеров на любом берегу и в лодке.

Мы начнем с представления задачи МЛ в элементарной *системе продукций*. Общая постановка задачи в этой системе выглядит следующим образом: даны начальная ситуация, конечная ситуация, множество возможных преобразований в пространстве ситуаций и условия, определяющие применимость преобразований в той или иной ситуации. Ситуация в системе продукций описывается перечнем ее основных признаков, называемым *N -состоянием*. Требуется найти наилучшую последовательность допустимых преобразований из начального состояния в конечное. Пусть S — множество всех возможных N -состояний, $\{A\}$ — конечное множество правил

преобразования. Множество $\{A\}$ задает отношение непосредственной достижимости T между элементами S . Для $s_x, s_y \in S$ $s_x T s_y$ тогда и только тогда, когда существует допустимое $A \in \{A\}$, преобразующее s_x в s_y , где под допустимым понимается преобразование, удовлетворяющее условиям применимости в N -состоянии s_x . Путь из s_a в s_b есть конечная последовательность $s_1, s_2, \dots, s_m, s_1 = s_a, s_m = s_b$ такая, что для всех $i, 1 < i \leq m, s_{i-1} T s_i$. Состояние s_b *достижимо* из s_a ($s_a \Rightarrow s_b$) тогда и только тогда, когда или $s_a = s_b$, или существует путь из s_a в s_b . Наконец, множество всех N -состояний, частично упорядоченных отношением T , называется *пространством N -состояний* σ . В этом пространстве мы и осуществляем поиск решающего пути.

Переходя к задаче МЛ, введем следующие обозначения: $\{m_i / i = 1, 2, \dots, N\}$ — множество миссионеров, $\{c_i / i = 1, 2, \dots, N\}$ — множество людоедов, b_k — лодка с максимальной емкостью k , p_l, p_p — левый и правый берег реки соответственно, M_l, M_p, M_b — количество миссионеров на левом берегу, правом берегу и в лодке соответственно, C_l, C_p, C_b — количество людоедов на левом берегу, правом берегу и в лодке соответственно. Определим следующие отношения:

$At(x_i, p)$ указывает, что объект x_i , имеющий область значений $(m_i, 1 \leq i \leq N; c_i, 1 \leq i \leq N; b_k)$, находится на берегу p , p принимает значения p_l и p_p ;

$On(y_i, b_k)$ указывает, что объект y_i , имеющий область значений $(m_i, 1 \leq i \leq N; c_i, 1 \leq i \leq N)$, находится в лодке b_k .

В первом представлении задачи МЛ ситуация отождествляется с описанием мест всех y_i (миссионеров и людоедов) и лодки. Например, начальное состояние

$$s_0 = At(b_k, p_l), At(m_1, p_l), \dots, At(m_N, p_l), At(c_1, p_l), \dots, At(c_N, p_l). \quad (10.1)$$

Конечное состояние определяется тем же выражением, с подстановкой всюду p_p вместо p_l .

Множество возможных преобразований A_i записывается следующим образом:

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{а) Загрузить лодку на левом берегу (ЗЛЛ):} \\
 \text{для любого } y_i \\
 \alpha, \text{At}(b_k, p_n), \text{At}(y_i, p_n); (M_e + C_e \leq k - 1) \rightarrow \\
 \rightarrow \alpha, \text{At}(b_k, p_n), \text{On}(y_i, b_k); \Lambda. \\
 \text{б) Перевезти лодку с левого берега на правый (ПЛЛП):} \\
 \alpha, \text{At}(b_k, p_n); (M_e + C_e > 0) \rightarrow \alpha, \text{At}(b_k, p_n); \Lambda. \\
 \text{в) Выгрузить лодку на правом берегу (ВЛП):} \\
 \text{для любого } y_i \\
 \alpha, \text{At}(b_k, p_n), \text{On}(y_i, b_k); \Lambda \rightarrow \\
 \rightarrow \alpha, \text{At}(b_k, p_n), \text{At}(y_i, p_n); \Lambda.
 \end{array} \right\} (10.2)$$

Аналогично определяются преобразования для перевозки y_i с правого берега на левый (ЗЛП, ПЛПЛ, ВЛЛ). В выражениях (10.2) отдельные выражения, входящие в описание состояния, отделяются запятыми; ограничения, накладываемые на применимость преобразований, отделяются от описания состояния точкой с запятой, α — произвольная конфигурация, делающая описание состояния полным, Λ — пустое множество ограничений.

Заметим, что множество возможных преобразований A_1 , определяемое (10.2), не учитывает ограничений на относительное число миссионеров и людоедов на берегах реки и в лодке.

Построим теперь множество правил преобразования, которое, кроме учета этого ограничения, включает в себя некоторые макропреобразования, определяемые как последовательности элементарных преобразований из A_1 (*обобщение элементов начального определения понятия истины*, а именно преобразований; понятие состояния пока остается неизменным). Назовем это множество A_2 :

$$\left. \begin{aligned}
 & \text{а) Загрузить } r \text{ объектов } y_i \text{ в лодку на левом берегу (З'ЛЛ):} \\
 & \text{для множества } \{y_i / i = 1, 2, \dots, r, 1 \leq r \leq k\} \\
 & \alpha, \text{At}(b_k, p_l), \text{At}(y_1, p_l), \dots, \text{At}(y_r, p_l); (M_g + C_g = 0) \rightarrow \\
 & \rightarrow \alpha, \text{At}(b_k, p_l), \text{On}(y_1, b_k), \dots, \text{On}(y_r, b_k); \\
 & ((M_l = 0) \vee (M_l \geq C_l)), ((M_g = 0) \vee (M_g \geq C_g)). \\
 & \text{б) Перевезти } r \text{ объектов } y_i \text{ в лодке на правый берег и} \\
 & \text{выгрузить всех их на правом берегу (ПЛЛП + В'ЛП):} \\
 & \text{для множества } \{y_i / i = 1, 2, \dots, r, 1 \leq r \leq k\} \\
 & \alpha[e], \text{At}(b_k, p_l), \text{On}(y_1, b_k), \dots, \text{On}(y_r, b_k); \Lambda \rightarrow \alpha[e], \\
 & \text{At}(b_k, p_n); \text{At}(y_1, p_n), \dots, \text{At}(y_r, p_n); ((M_n = 0) \vee (M_n \geq C_n)).
 \end{aligned} \right\} (10.3)$$

Здесь $\alpha[e]$ — конфигурация α , ограниченная условием e : «ни одно выражение формы $\text{On}(y, b_k)$ не включено в α »; другими словами, все, кто сел на левом берегу, должны высадиться на правый берег.

По-прежнему мы аналогично определяем преобразования для путешествия $\{y_i\}$ с правого берега на левый, заменяя в выражениях для З'ЛЛ и ПЛЛП+В'ЛП p_l на p_n и p_n на p_l (З'ЛП и ПЛЛП+В'ЛЛ соответственно).

Преобразованием элементов определения $A_1 \rightarrow A_2$ мы делаем первый шаг на пути уменьшения размера пространства поиска решений σ , так как

- 1) количество промежуточных состояний уменьшается;
- 2) количество запрещенных состояний, т. е. состояний, в которых неприменимо ни одно из преобразований, увеличивается.

Исследуем на избыточность ограничения на применимость преобразований A_2 , а именно покажем, что если в начале и в конце путешествия с одного берега на другой условия $((M_l = 0) \vee (M_l \geq C_l))$ и $((M_n = 0) \vee (M_n \geq C_n))$ удовлетворяются, то $((M_g = 0) \vee (M_g \geq C_g))$ также удовлетворяется. По предположению удовлетворяются

$$\left. \begin{aligned}
 & ((M_l = 0) \vee (M_l = C_l) \vee (M_l > C_l)) \\
 & ((M_n = 0) \vee (M_n = C_n) \vee (M_n > C_n))
 \end{aligned} \right\} (10.4)$$

Легко видеть, что конъюнкция условий (10.4) эквивалентна

$$(M_l = 0) \vee (M_l = N) \vee (M_l = C_l), \quad (10.5)$$

так как $M_l + M_n = N$, $C_l + C_g = N$.

Для удовлетворения (10.5) необходимо, чтобы в лодке ехали либо только людоеды (сохранение $M_{л}=0$ и $M_{л}=N$), либо чтобы число миссионеров и людоедов в лодке было одинаковым (сохранение $M_{л}=C_{л}$), либо чтобы число миссионеров в лодке превышало число людоедов в лодке (переход от $M_{л}=N$ к $M_{л}=C_{л}$ или $M_{л}=0$, или переход от $M_{л}=C_{л}$ к $M_{л}=0$). Итак, удовлетворяется условие

$$(M_B = 0) \vee (M_B > C_B). \quad (10.6) ,$$

Поскольку условие (10.6) является избыточным, мы можем провести еще одно обобщение преобразования, переходя от множества преобразований F_2 к множеству A_3 :

$$\left. \begin{array}{l} \text{а) Перевезти } r \text{ объектов } y_i \text{ с левого берега на правый} \\ \text{(П' ЛП): для множества } \{y_i / i = 1, 2, \dots, r, 1 \leq r \leq k\} \\ \alpha, \text{At}(b_k, p_{л}), \text{At}(y_1, p_{л}), \dots, \text{At}(y_r, p_{л}); (M_{г} + C_{г} = 0) \rightarrow \\ \rightarrow \alpha, \text{At}(b_k, p_{л}), \text{At}(b_k, p_{н}); \text{At}(y_1, p_{н}), \dots, \text{At}(y_r, p_{н}); \\ (M_{г} + C_{г} = 0), ((M_{л} = 0) \vee (M_{л} \geq C_{л})), ((M_{н} = 0) \vee (M_{н} \geq C_{н})). \\ \text{б) Перевезти } r \text{ объектов } y_i \text{ с правого берега на левый} \\ \text{(П' ПЛ) (получается, как и ранее, из выражения для П' ЛП} \\ \text{заменой } p_{л} \text{ на } p_{н} \text{ и } p_{н} \text{ на } p_{л}. \end{array} \right\} (10.7)$$

Важно подчеркнуть, что исключение избыточных условий привело к обобщению преобразований A_2 , т. е. к дальнейшему исключению промежуточных состояний и, в конечном итоге, к сокращению пространства поиска решений.

До сих пор мы не касались другого элемента представления — N -состояния, которое выражалось в форме вида (10.1). Однако очевидно, что возможен переход от вида (10.1), вытекающего непосредственно из словесного описания задачи, к виду $(M_{л}, C_{л}, B_{л})$, где $M_{л}$ и $C_{л}$ — целые числа, $0 \leq M_{л}, C_{л} \leq N$, а $B_{л}$ — булевская переменная, принимающая значение 1, если лодка находится на левом берегу, и 0, если на правом. Возможность такого перехода вытекает из условия e и очевидного соотношения

$$M_{л} + M_{п} = C_{л} + C_{п} = N.$$

Заметим, что выражение (10.1) для s_0 приобретает вид $(N, N, 1)$, а для конечного состояния s_t — $(0, 0, 0)$. Переформулировка понятия состояния истины приводит к новому множеству преобразований A_4 :

$$\left. \begin{aligned}
 & \text{а) Перевезти пару } (M_6, C_6) \text{ с левого берега на правый} \\
 & (\text{ПЛП}, M_6, C_6): \text{ для всех пар } (M_6, C_6), \\
 & 1 \leq M_B + C_B \leq k, \\
 & (M_A, C_A, 1); \Lambda \rightarrow (M_{\text{Л}} - M_B, C_A - C_6, 0); \\
 & ((M_{\text{Л}} - M_B = 0) \vee (M_{\text{Л}} - M_B \geq C_{\text{Л}} - C_B)), \\
 & (((N - (M_{\text{Л}} - M_B) = 0) \vee (N - (M_{\text{Л}} - M_B) \geq N - (C_{\text{Л}} - C_6))). \\
 & \text{б) Перевезти пару } (M_6, C_6) \text{ с правого берега на левый} \\
 & (\text{ППЛ}, M_6, C_6): \text{ для всех пар } (M_6, C_6), \\
 & 1 \leq M_B + C_B \leq k, \\
 & (M_A, C_A, 0); \Lambda \rightarrow (M_{\text{Л}} + M_B, C_A + C_6, 1); \\
 & ((M_{\text{Л}} + M_B = 0) \vee (M_{\text{Л}} + M_B \geq C_{\text{Л}} + C_B)), \\
 & (((N - (M_{\text{Л}} - M_B) = 0) \vee (N - (M_{\text{Л}} + M_B) \geq N - (C_{\text{Л}} + C_6))).
 \end{aligned} \right\} (10.8)$$

Переход $A_3 \rightarrow A_4$ избавляет нас от необходимости рассматривать отдельно каждого миссионера и людоеда, а представляет задачу в понятиях последовательности сложения и вычитания векторов, удовлетворяющей специальным условиям и преобразующей начальный вектор в конечный. Общее количество различных состояний в пространстве σ от такого перехода не меняется, однако существенное упрощение вычислений, необходимых для идентификации каждого состояния, приводит к повышению эффективности РЗ.

Рассмотрим представление задачи о миссионерах и людоедах в так называемой *системе редуций*. В этой системе состояния (называемые далее *P-состояниями*) отождествляются с выражениями вида $S_i = (s_a \Rightarrow s_b)$, где s_a, s_b — N -состояния, а \Rightarrow имеет тот же смысл достижимости, что и в системе продукций. *Нетерминальный ход* соответствует применению допустимого преобразования к левому N -состоянию P -состояния. Таким образом, например, к P -состоянию $S_i = (s_a \Rightarrow s_b)$ применимо преобразование s_a в s_c , и его применение соответствует ходу, редуцирующему S_i к $S_j = (s_c \Rightarrow s_b)$. Применение этого хода интерпретируется как «если s_b достижимо из s_c , то оно достижимо из s_a » (поскольку известно, что s_c достижимо из s_a). *Терминальный ход* в системе редуций просто распознает, что $(s_i \Rightarrow s_i)$.

Решение в системе редуций — это последовательность P -состояний, достижимых последовательным применением нетерминальных ходов, начиная с начального состояния и кончая состоянием, где применяется терминальный ход.

Таким образом, в этой системе решение получается последовательностью разбиений текущей исходной задачи на пару задач, решение одной из которых известно, а решение другой предстоит найти следующим разбиением в последовательности. Легко видеть, что последовательность левых N -состояний из решающей последовательности P -состояний представляет собой решающий путь в системе производных.

В задаче МЛ начальное P -состояние $s_o = ((N, N, 1) \Rightarrow (0, 0, 0))$, конечное состояние $s_f = ((0, 0, 0) \Rightarrow (0, 0, 0))$, ходы (ПЛП, M_b , C_o) и (ППЛ, M_o , C_o) определяются (10.8), терминальный ход обозначим A_t .

Часть графа решения задачи МЛ для случая $N=3, k=2$ приведена на рис. 10.1. Здесь P -состояния для простоты представлены своими левыми N -состояниями, ветви графа соответствуют ходам, стрелки указывают направления действия ходов. Решающий путь выделен жирной линией. Из рис. 10.1 видно, что решающий путь в графе симметричен относительно хода ППЛ, 1, 1 (единственного хода, дающего решение).

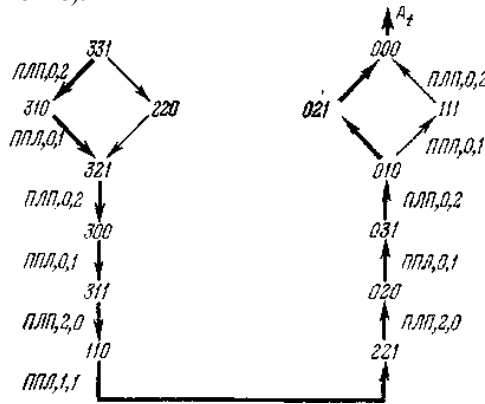


Рис. 10.1. Часть решающего графа для элементарной задачи о миссионерах и людоедах.

Введем отношение \tilde{T} , обратное отношению T непосредственной достижимости ($s_a T s_b \leftrightarrow s_b \tilde{T} s_a$). Определим отображение θ между N -состояниями:

$$\theta: (M_l, C_l, B_l) \rightarrow (N - M_l, N - C_l, 1 - B_l), \quad (10.9)$$

или, в терминах векторной операции вычитания,

$$\theta(s) = (N, N, 1) - s. \quad (10.10)$$

Следующее определение устанавливает отношение антиизоморфизма относительно θ между σ , пространством N -состояний, частично

упорядоченных отношением T , и $\tilde{\sigma}$, пространством N -состояний, частично упорядоченных отношением \tilde{T} .

Определение 10.1. Для любой пары N -состояний s_a, s_b

$$s_a T s_b \leftrightarrow \theta(s_a) \tilde{T} \theta(s_b), \text{ или } s_a T s_b \leftrightarrow \theta(s_b) T \theta(s_a).$$

Следствие 1 из определения 10.1. $(s_a \Rightarrow s_b) \leftrightarrow (\theta(s_b) \Rightarrow \theta(s_a))$.

Следствие 2 из определения 10.1. *Ход, порождающий переход из s_a в s_b , идентичен ходу, порождающему переход из $\theta(s_b)$ в $\theta(s_a)$.*

Установленные свойства пространств σ и $\tilde{\sigma}$ позволяют решать проблему *одновременно* в двух пространствах, т. е. «с начала» и «с конца», осуществляя поиск только с одной стороны (в силу следствия 2).

Мы вновь переформулируем понятие состояния, введя обобщенное P -состояние

$$\sum_i (\{s_i\} \Rightarrow \{\theta(s_i)\}), \quad i=0, 1, 2, \dots, j, \quad (10.11)$$

i — число переходов между начальным или конечным N -состоянием и текущим обобщенным P -состоянием.

Нетерминальный ход в этом новом представлении (A_5) осуществляет переход в пространстве σ прямым поиском и параллельно вычисляемый на основе свойства симметрии переход в $\tilde{\sigma}$. Терминальный ход распознает, что $s_k T s_l, s_k \in \{s_j\}, s_l \in \{\theta(s_j)\}$. Решение имеет форму последовательности обобщенных P -состояний, начинающейся с $\sum_0=(s_0 \Rightarrow s_l)$ и заканчивающейся обобщенным P -состоянием, из которого осуществляется терминальный ход. Решающий путь в этой последовательности представляется последовательностью элементов, выбираемых по одному из множеств

$$\{s_0\} = s_0, \{s_1\}, \dots, \{s_j\}, \{\theta(s_j)\}, \dots, \{\theta(s_2)\}, \{\theta(s_1)\}, \{\theta(s_0)\} = s_l.$$

Следующий предпринимаемый нами шаг по пути преобразования представления истины и — поиск некоторых *характеристических образов* в пространстве поиска решений. Поскольку к настоящему моменту количество возможных N -состояний равно $2(N+1)^2$ нам необходим глобальный взгляд на пространство σ , позволяющий

- 1) отождествить с состояниями целые области этого пространства,
- 2) соответствующим образом обобщить преобразования истин.

Мы представим пространство поиска решений в виде квадратного массива точек $(N+1) \times (N+1)$ (пример для элементарной задачи МЛ приведен на рис. 10.2).

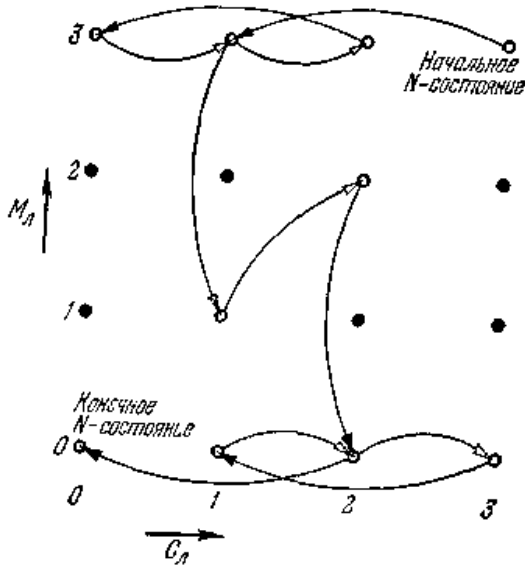


Рис. 10.2. Пространство N -состояний для элементарной задачи о миссионерах и людоедах.

Здесь стрелки с черным концом соответствуют переезду с левого берега на правый (ПЛП), с белым концом — переезду с правого берега на левый (ППЛ). Точка представляет собой в зависимости от цвета стрелки, с которой мы в нее вошли, одно из двух N -состояний — $(M_L, C_L, 1)$ (белая) или $(M_L, C_L, 0)$ (черная). Решением в этом представлении являясь последовательность стрелок с чередующимся цветом концов, начинающаяся в точке (N, N) и кончающаяся в точке $(0, 0)$. Представление сформулировано в системе продукций, исходя из множества преобразований A_4 .

Заметим, что зачерненные точки в пространстве обозначают запрещенные состояния, а остальные точки образуют зигзагообразную ломаную Z , состоящую из трех отрезков: $M_L=N, M_L=C_L, M_L=0$ в полном соответствии с (10.5). Анализ Z -образа показывает (рис 10.3), что

- 1) Любая точка $(N, x, 1), 1 \leq x \leq N$, может быть достигнута из любой другой точки $(N, y, 1), 1 \leq y \leq N$, некоторой горизонтальной последовательностью переходов
- 2) Любая точка $(N-x, N-x, 0), 0 \leq x \leq k, k \geq 2$, на диагонали Z может быть достигнута из любой точки $(N, N-x, 1), 0 < x \leq k$, одним переходом (ПЛП, $x, 0$). В свою очередь из этой точки одним переходом (ППЛ, $1, 1$) может быть достигнута точка $(N-x+1, N-x+1, 1)$ на диагонали Z .

Эта пара представляет собой составной «стабильный прыжок» (необходимый для дальнейшего перехода на линию $M_D=0$) Итак, наиболее удаленная от начальной точка диагонали, которая может быть достигнута этой парой переходов, $(N-k+1, N-k+1, 1)$.

3) Точка на линии $M_D=0$ может быть достигнута из точки на диагонали, если расстояние от диагонали до линии не превышает k . Отсюда вытекает условие (с учетом симметрии Z)

$$k \geq \frac{N+1}{2}. \quad (10.12)$$

4) Любая точка $(0, x, 0)$, $0 \leq x < N$, может быть достигнута из любой другой точки $(0, y, 0)$, $0 \leq y < N$, горизонтальной последовательностью переходов.

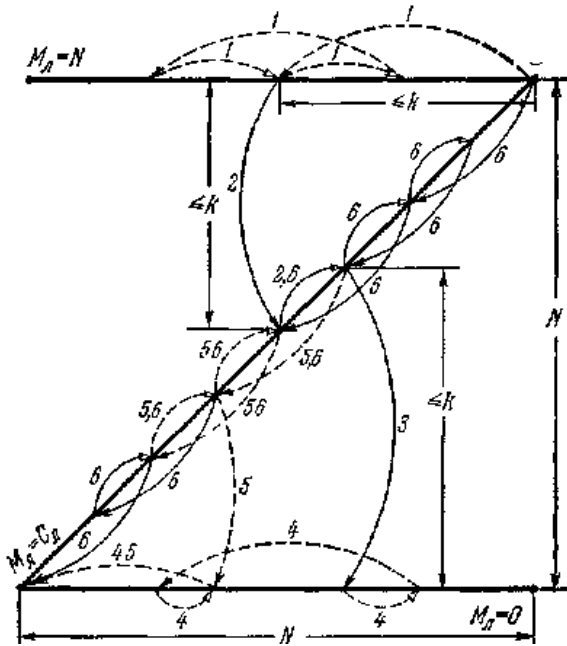


Рис. 10.3. Схемы решений обобщенной задачи о миссионерах и людоедах в Z области. Цифры у дуг соответствуют пунктам в тексте.

5) Условие (10.12) работает для $k < 4$. В случае $k \geq 4$ разрешима любая задача МЛ (т. е. для любого N). Разрешимость вытекает из возможности построения диагональной последовательности типа (ПЛП, 2, 2), (ППЛ, 1, 1), (ПЛЛ, 2, 2), (ППЛ, 1, 1), . . . , обеспечивающей «спуск» по диагонали до точки $(k, k, 1)$.

б) Из изложенного в п 5) ясно, что можно заменить Z-образ чисто диагональным образом (для $k \geq 4$), т.е. двигаться из начальной точки вниз по диагонали с помощью последовательных пар (ПЛП, $k/2$, $k/2$), (ППЛ, 1, 1) (в случае нечетного k - (ПЛП, $\frac{k-1}{2}$, $\frac{k-1}{2}$), (ППЛ, 1, 1)).

Изложенные результаты анализа позволяют сформулировать представление в системе продукций, в котором множество преобразований A_6 представляет собой специфическое (и потому более мощное) множество макропереходов:

а) Горизонтальные переходы (Г):

Г1: $(N, C_l, 1); 0 < C_l < N, k \geq 2 \rightarrow (N, N, 1)$.

Г2: $(0, C_l, 0); 0 \leq C_l < N, k \geq 2 \rightarrow$
 $\rightarrow (0, C'_l, 0); 0 \leq C'_l \leq N, C_l \neq C'_l$.

б) Диагональные переходы (Д):

Д: $(M_l, C_l, 1); 0 < M_l = C_l \leq N, k \geq 4 \rightarrow (0, 0, 0)$.

в) Прыжки (П):

П: $(M_l, C_l, 1); 0 < M_l = C_l \leq k \rightarrow (0, C_l, 0)$.

(10.13)

г) Составные переходы

(прыжки с горизонтали и диагонали):

ГП: $(N, C_l, 1); 0 < C_l \leq N, k \geq 2 \rightarrow$

$\rightarrow (N-k+1, N-k+1, 1)$.

ДП: $(M_l, C_l, 1); M_l = C_l > k \geq 4 \rightarrow (0, k, 0)$.

Множество A_6 обеспечивает решение задачи МЛ с помощью Z-образа, диагонального образа, а также смешанного образа, начиная из любого и кончая любым допустимым состоянием.

Введением множества преобразований A_6 мы существенно уменьшили размер пространства поиска решений, исключив значительное число запрещенных и промежуточных состояний. Новое пространство содержит начальное и конечное состояния, 4 состояния $(N, N, 1)$, $(N-k+1, N-k+1, 1)$, $(0, 0, 0)$ и $(0, k, 0)$, а также множество N -состояний $\{s/M_l=0, B_l=0, 0 < C_l < k\}$, т.е. максимум $5+k$ состояний (вместо $2(N+1)^2$). Путем фиксации одного из трех используемых образов это пространство может быть еще сокращено.

Следует отметить, что новое пространство может быть разделено на три области ($M_l=-0$, $M_l=N$, $M_l=C_l$), которые «легко проходимы». Критическими местами являются точки перехода из одной области в другую.

Представляется весьма перспективным нахождение в пространстве поиска решений таких точек путем глобального исследования пространства. Это могло бы существенно повысить эффективность РЗ, особенно в системе редукции.

Заканчивая исследование задачи МЛ, следует подчеркнуть, что оно, к сожалению, носит, как и большое число других исследований в области теории истин и информации, характер *case study* (изучение конкретного опыта), т. е. исследования конкретного опыта, на базе которого сделаны некоторые обобщения.

В частности, становится ясным, что решение проблемы преобразования представлений истин требует решения следующих основных вопросов:

- 1) Выбор основных элементов представления истины в исходной системе (интерпретация состояний, ограничений и преобразований по заданному словесному или иному эпистемологически полному описанию).
- 2) Поиск полезных свойств истин, уменьшающих размер пространства поиска решений задачи или выделяющих в нем характерные критические точки.
- 3) Использование опыта исследования задачи для улучшения процесса РЗ.

10.2.3. Методы исследований свойств пространства поиска решений.

В предыдущем подразделе мы продемонстрировали на примере некоторые приемы, позволяющие путем глобального исследования пространства поиска решений существенно повысить эффективность решения задачи. В большинстве случаев, как уже отмечалось, такое исследование может быть проведено только для конкретной задачи, причем в общем случае оно еще не поддается полной автоматизации. Тем не менее можно указать некоторые общие методы, которые представляются перспективными с точки зрения их использования в решателях задач.

В настоящем параграфе мы рассмотрим два таких метода.

Первым методом является так называемый *метод образов* с последующим построением на основе образов приближенного плана решения задач.

Пусть задано, в духе предыдущего примера, множество состояний истин S и множество преобразований истин $A = \{A_j\}$, $A_j : S \rightarrow 2^S$.

Предположим, что нам заданы некоторые, хотя и не все, характеристики состояний истин. **Это могут быть системы признаков, характеризующих состояния истин, меры близости между состояниями истин или любая другая частичная информация о состояниях истин.** Таким образом, мы предполагаем, что на множестве состояний истин задана некоторая выделяющая функция $h: S \rightarrow I$, сопоставляющая каждому состоянию истины образ $h(s)$, и получаем множество образов истин I , причем каждый $i_k \in I$ представляет подмножество состояний истин $S(i_k) \subseteq S$. В идеальном случае можно было бы точно сгруппировать состояния истин в пространстве истин, т. е. $i_k, i_l \in I$ представляли бы такие подмножества состояний истин, что $S = \bigcup_{i \in I} S(i)$, $S(i_k) \cap S(i_l) = \emptyset$.

Очевидно, что это соответствовало бы **полному знанию свойств состояний истин в пространстве истин.** В реальных случаях необходимо связать с функцией h некоторую меру неопределенности в виде вероятностных оценок или в духе теории размытых (нечетких) множеств. Можно рассматривать образы истин как состояния истин в некотором вспомогательном пространстве и использовать это вспомогательное пространство вместе с множеством преобразований истин A и выделяющей функцией h для составления планов решения. Если задать меру неопределенности перехода образа истины $i' = h(s_m)$ в образ истины $i = h(A_j(s_m))$ в виде $\mu(i, A_j, i')$, где s_m — некоторое состояние истины, $A_j \in A$ — преобразование истины, то условия вида $\mu(i, A_j, i') \approx 1$ могут служить основой для стратегии, состоящей в построении плана в пространстве образов истин, затем решения в пространстве состояний истин в соответствии с планом, сверки их в точках, удовлетворяющих указанным выше условиям и соответствующей корректировке плана (а не решения) в случае неудачи.

Другой метод - это метод поиска запрещенных областей в пространстве истин путем *наследственных разбиений*. Идея этого метода состоит в том, чтобы показать, что из некоторого множества состояний истин целевое состояние истины недостижимо. Тогда эти состояния истин могут быть выделены по некоторым признакам (например, объединением в образы истин) в запрещенное для данного класса целевых состояний истин множество.

Построение такой опровергающей стратегии может быть проиллюстрировано на примере известной задачи Маккарти: задана шахматная доска, из которой удалены две противоположные клетки по диагонали. Доказать, что такая доска не может быть покрыта домино. Опровержение для этой задачи может быть получено следующим

образом. Заметим, что когда мы кладем очередное домино на доску, число белых и черных квадратов, покрытых домино, остается равным. Это свойство является *наследственным*, так как оно не меняется ни при одном допустимом ходе. Поскольку первоначальное число белых и черных квадратов не равно, то это неравенство не изменится.

Итак, для построения опровергающей стратегии необходимо показать, что

1) Для всех $S_i \subseteq S$, S — множество состояний истин, истинно свойство $P(S_i)$

2) Для всех s таких что $S_i \Rightarrow s$, также истинно $P(s)$.

3) Для конечного состояния истины s_i , истинно $\sim P(s_i)$. Тогда s_i недостижимо из S_i и $S_i \cup \{s_i\}$ — запрещенное подмножество состояний истин.

Наследственные разбиения являются обобщением наследственного свойства. Стратегия этих разбиений получается следующим образом. Пусть $S_i \subseteq S$ может быть разбито на непересекающиеся подмножества,

$S_i = \bigcup_j S_{ij}$ $S_{ik} \cap S_{il} = \emptyset$, $k \neq l$. Пусть также для всех j

S_{ij} обладают свойствами $P_j(S_{ij})$. Эти же свойства удовлетворяются для всех множеств состояний Σ_{ij} таких, что $S_{ij} \Rightarrow \sigma_{ij}$, $\sigma_{ij} \in \Sigma_{ij}$. В тоже время ни одно из целевых состояний $s_i \in S_i$ не обладает ни одним из свойств

P_j , $j=1, 2, \dots$. Тогда $S_i = \bigcup_j \left(\bigcup_j \Sigma_{ij} \right)$ — запрещенное множество

состояний.

Заметим, что и в этом методе может оказаться необходимым связать с разбиением некоторую меру неопределенности, поскольку в реальной ситуации полная информация о свойствах всех состояний истин может оказаться недоступной.

Изложенные методы подчеркивают общий тезис о необходимости знания общих свойств пространства поиска решений для эффективного преобразования представлений истин.

Возвращаясь к концу п. 10.2.2, отметим, что наиболее принципиальным с точки зрения построения эффективных решателей задачи является **выбор основных элементов представления истин в исходной системе**, поскольку этот выбор определяет, в том числе, возможность эффективного преобразования представления истин. Это приводит к необходимости определения основных методов представления истин и решения задач формирования определений истин.

10.3. Краткая характеристика основных классов формирования представления истин

Методы формирования представлений истин построим на идее предикации, т. е. утверждения истинности или ложности тех или иных свойств истин в той или иной стадии процесса РЗ. В рамках этой основной идеи различные методы могут отличаться описательным аппаратом, уровнем определения основных объектов (истин) и отношений, формальными моделями решения задач. Рассмотрим три основных класса методов формирования представлений истин: *декларативные методы формирования представлений истин, процедуральные методы формирования представлений истин и семантические методы формирования представлений истин.*

10.3.1. Декларативные методы формирования представлений истин

Этот класс уже был частично описан в п. 10.2.2. Здесь система формирования представлений истин представляется полным описанием состояния истин и множеством преобразований истин, или операторов. Полное описание состояния истин представляется в виде множества утверждений безотносительно к тому, как их использовать. К классу декларативных методов формирования представлений истин, кроме систем продукций и редукций, введенных в п. 10.2.2, относятся системы доказательства представлений истин в исчислении предикатов. В этом методе решение задачи формирования представлений истин сводится к доказательству того, что **целевая формула представления истины** логически следует из системы начальных аксиом. Поскольку фактический процесс доказательства представлений истин включает в себя применение некоторых правил вывода к начальным аксиомам, затем этих же или других правил вывода к аксиомам и выведенным на первом шаге теоремам и т. д., вплоть до получения **целевой формулы представления истины**, в системе доказательства теорем легко обнаружить общие свойства декларативных представлений истин. Текущее знание системы истин представляется полным описанием состояния истин, которое интерпретируется множеством аксиом и всех выведенных к данному моменту теорем, и множеством операторов, т. е. правил вывода. Основными и тесно связанными друг с другом характеристиками декларативных представлений истин являются:

— четкое разделение организации поиска (*механизм генерации*), представляющего собой полный перебор, и сокращения количества альтернатив, т. е. придания поиску узкой направленности (*механизм управления*);

— *универсальный*, т. е. проблемно-независимый характер механизма генерации;

— необходимость работы с полными описаниями состояний истин на каждой стадии процесса РЗ.

Указанные характеристики будут описаны при рассмотрении конкретных декларативных представлений истин (п.п. 10.4—10.7) и методов решения задач в этих представлениях истин (раз. 11, 12). Сейчас мы заметим, что эти характеристики предопределяют ряд особенностей декларативных представлений истин.

1. В силу универсальности механизма генерации декларативные представления истин могут в принципе служить основой для создания универсального РЗ.

2. Эвристическая эффективность РЗ в декларативных представлениях истин полностью определяется свойствами механизма управления. Механизм управления поиском может быть задан в виде ограничений на допустимые состояния истин, в виде взаимосвязей между образами подмножеств состояний истин и операторами или соответствующим образом определенных эвристических функций. Чем точнее определен для каждой конкретной задачи механизм управления, т. е. чем выше знания системы о конкретной проблемной среде представлений истин, тем эффективнее осуществляется процесс РЗ. Однако, в отличие от упомянутого выше знания, представленного описаниями состояний истин и операторов — структурного, или *синтаксического знания*, — знание о проблемной среде представлений истин отражает *понимание* системой глобальных свойств пространства поиска решения, или, что то же самое, законов, действующих в мире, в котором работает система представлений истин. Это *знание* мы называем *семантическим*. Итак,

а) эвристическая эффективность РЗ формирования представлений истин определяется количеством семантического знания, накопленного системой представлений истин;

б) структурное и семантическое знание в декларативных представлениях истин полностью отделены друг от друга.

3. В силу характера указанных выше способов задания механизма управления декларативные методы представлений истин должны работать хорошо в легко метризуемых пространствах поиска решений, т. е. в таких мирах истин, где семантическое знание может быть

естественно выражено в численном или логическом виде (линейные неравенства, аддитивные функции, булевские матрицы и т. д.).

4. Попытки непосредственного введения семантического знания в описания состояний истин и операторов, т. е. в структурное знание, приводят к потере универсальности механизма генерации, что находится в полном соответствии с законом обратной зависимости общности и мощности.

10.3.2. Процедуральные методы представления истин

В то время как основой описания объектов (истин) и отношений между ними в декларативных методах представления истин является множество логических высказываний и общих правил вывода, процедуральные методы представлений истин основаны на описании в виде процедур всех возможных манипуляций с объектами (истинами) и отношениями между ними. Таким образом, текущее знание системы истин представляется в виде специально организованной базы данных и набора более или менее специализированных процедур, обрабатывающих соответствующие области базы данных. Решение в этом классе представлений истин сводится к построению целенаправленной последовательности процедур представления истин, как правило, имеющей сложную рекурсивную организацию. Важно отметить, что в процедуральном представлении истин, в отличие от декларативного, на каждой стадии процесса РЗ обрабатываются *локальные области базы данных*, причем необходимая для РЗ информация представлена в императивной форме. Носителями процедуральных представлений истин являются специальные *проблемно-ориентированные языки (ПОЯ)*.

Процедуральные методы представления истин наиболее естественно и эффективно реализуются в таких языках, которые содержат необходимые встроенные механизмы, обеспечивающие автоматический поиск решения на основе знания и поставленной цели. Помимо обычных выразительных средств, используемых алгоритмическими языками (структуры данных, управляющие структуры, операторы, процедуры), ПОЯ должны обладать встроенными *целенаправленными механизмами*, которые позволили бы им эпистемологически и эвристически адекватно представлять широкий класс систем представления истин и задач, решаемых ими. В сущности, ПОЯ для задач представления истин должен сочетать в себе свойства современного алгоритмического языка высокого уровня и возможности решателя задач, являющегося программой, написанной в ПОЯ.

Отсюда вытекает двойственность функций ПОЯ. С одной стороны, он, как и обычный алгоритмический язык, должен упростить работу по программированию путем рационального выбора библиотеки часто встречающихся подпрограмм и макроопераций. С другой стороны, ПОЯ должен обеспечить такое наложение своей структуры и выразительных средств на решатель задач, запрограммированный пользователем, которое обеспечило бы построение эффективных стратегий решения, т. е. «вынуждало» бы пользователя применять именно те представления истин, которые приводили бы к предпочтительным с точки зрения эффективности стратегиям.

Естественно, что при создании и использовании ПОЯ следует считаться с противоречием между его универсальностью и эффективностью при решении задачи представления истины (это уже известная нам зависимость между общностью и мощностью), а также с противоречием между мощностью встроенных механизмов (т. е. объемом спецификаций, задаваемых пользователем) и управляемостью в ходе решения со стороны пользователя (возможностью определить в каждый момент времени состояние процесса решения).

Перечислим теперь основные характеристики процедуральных методов представлений истин:

— наличие большого количества специализированных стратегий и правил, основанных на ряде унифицированных средств и механизмов, встроенных в ПОЯ;

— введение семантической информации в выражения представлений истин, хранящиеся в базе данных (в виде свойств этих выражений);

— использование на каждой стадии процесса РЗ только тех выражений из базы данных, которые необходимы активированной в данный момент процедуре и описаны в ней;

— возможность представления мира истин на более высоком уровне описания, что в конечном счете сокращает длину решающей последовательности процедур.

Указанные характеристики обеспечивают ряд преимуществ процедуральных методов представлений истин перед декларативными.

1. Введение семантической информации в описание элементов базы данных позволяет легко формализовать некоторые отношения, трудно выразимые в формальных декларативных методах представления истин (например, равенства, отношения высшего порядка и т. д.).

2. Семантическое знание может быть выражено не только в числовом или логическом виде, но и в виде произвольных символических выражений.

3. Отсутствие трудностей, связанных с обработкой полных описаний (п.п. 10.7, 10.8.7).

Указанные преимущества достигаются ценой потери общности по сравнению с декларативными методами представлений истин. Кроме того, *механизм недетерминистического выбора* (п. 10.8), необходимый в ПОЯ для автоматического поиска решения, в совокупности с весьма слабо развитыми методами накопления семантического знания в процедуральных методах представлений истин обуславливает значительную неэффективность ПОЯ при решении задач в сложных мирах истин. Решение этой проблемы обычно находят в более тесном общении системы представлений истин с человеком, на долю которого выпадает обязанность ввода ограничивающего перебор семантического знания (например, путем рекомендаций).

10.3.3. Семантические методы представления истин

Как уже указывалось выше, одним из недостатков как процедурального, так и в большей степени декларативного методов представления истин является разделение структурного и семантического знания, что затрудняет их использование, особенно в реальных мирах истин. Именно в таких мирах истин семантика, являющаяся инструментом повышения эффективности решения задач представления истин, играет особо важную роль. Поэтому естественно потребовать, чтобы семантика непосредственно отражалась в самом формализме представления истин. Другими словами, нам нужен такой уровень представления истин, элементами которого явились бы понятия истин и семантические отношения между ними. Теоретико-графическое представление такого уровня называется *семантической сетью представления истин*. Существует довольно много вариантов реализации семантических сетей, что позволяет говорить о целом *классе семантических методов представления истин*. Общие характеристики этого класса сводятся к следующему:

- описание объектов (истин) мира истин выводится на уровень естественного языка;
- все знания, включая вновь поступающие факты, а также некоторые специализированные методы решения представлений истин, накапливаются в относительно однородной структуре памяти;
- на сетях определяется ряд более или менее унифицированных семантических отношений между объектами (истинами), которым соответствуют унифицированные методы вывода;
- методы вывода представлений истин в совокупности с целями (запросами) определяют участки семантического знания,

имеющего отношение к поставленной задаче, формулируя акт понимания запроса и некоторую цепь выводов и неполных выводов, соответствующих решению задачи.

Следует отметить следующие особенности семантических методов представления истин:

1. В семантической сети представления истин могут быть представлены такие виды объектов (истин), как понятия истин, события, специализированные методы решения; следует, однако, учесть, что увеличение номенклатуры объектов (истин) снижает однородность сети и приводит к необходимости увеличения арсенала методов вывода.

2. Многомерность семантических сетей позволяет представлять в них многочисленные семантические отношения, связывающие отдельные понятия истин, понятия истин и события в предложениях, а также предложения в текстах; кроме того, в семантической сети может быть отражена семантическая иерархия специализированных методов решения, определяющая их взаимоподчиненность.

3. Формализация, или структурное представление семантических знаний, позволяет наложить на эти знания некоторую *суперсемантику*, отражающую относительную «силу» семантических отношений, что способствует повышению эффективности вывода в семантических сетях.

4. На каждой стадии РЗ можно четко разделить *полное знание* системы представления истин (полная семантическая сеть) и *текущее знание* — возбужденный участок семантической сети, в котором производятся некоторые операции (процесс понимания, вывода и т. д.). Необходимо учесть, что, обладая преимуществом структурирования общего семантического знания, семантические методы представления истин часто проигрывают в представлении чисто структурных отношений, легко реализуемых в исчислении предикатов (логические связки, кванторы общности и существования) или процедуральном методе представления истин (параллельные процессы, гипотетические миры, динамические события).

Поэтому ряд исследований в области представления истин должен осуществляться путем вложения в семантические методы представления истин некоторых фрагментов процедуральных и декларативных методов представления истин с целью объединения их преимуществ в новом, смешанном методе представления истин.

Последующие параграфы настоящего раздела посвящены описанию методов представления истин и решения задач представления истин. Поскольку процедуральные и семантические методы представления истин допускают лишь достаточно специфические, проблемно-

зависимые методы решения, мы излагаем лишь некоторые общие механизмы и алгоритмы. В то же время, учитывая универсальность механизмов генерации и независимость механизмов управления в декларативных методах представления истин, мы решили выделить этот материал в отдельные разделы (раз. 11 — для эвристических методов (поисков) представления истин, раз. 12 — для доказательства теорем в исчислении предикатов).

10.4. Эвристические методы представления истин на основе декларативных методов

10.4.1. Общая постановка задачи

Одна из многочисленных, но близких друг к другу постановок задачи эвристического метода представления истин заключается в следующем: заданы *начальная ситуация* (истина, состояние истины), конечная, или *целевая ситуация* (истина, состояние истины); задано также *множество операторов*, преобразующих одну ситуацию в другую. Требуется найти такую последовательность операторов, которая преобразует начальную ситуацию в конечную ситуацию.

На эту базовую постановку часто накладываются ограничения. Так, иногда требуется найти последовательность операторов, оптимальную в некотором определенном смысле. Часто рассматривается обобщенная постановка, где задается множество начальных и (или) конечных состояний.

Формально задача, поставленная как задача представления истин эвристическим методом, представляет из себя четверку (S_0, S, F, T) , где S — множество состояний истин, $S_0 \subseteq S$ — множество начальных состояний истин, $T \subseteq S$ — множество конечных состояний истин, F — множество операторов. Каждый оператор $f \in F$ является функцией, отображающей S_f в S , где $S_f \subseteq S$ — область определения f . Если $s \in S_f$, то f применим к s .

Решением задачи является последовательность операторов f_1, f_2, \dots, f_n такая, что $f_i \in F, i=1, 2, \dots, n, f_1 \circ f_2 \circ \dots \circ f_n (s) \in T$, где $f_1 \circ f_2 \circ \dots \circ f_n (s)$ обозначает *композицию функций*

$$f_n (\dots f_2 (f_1 (s)) \dots), \quad s \in S_0, \quad (10.14)$$

причем эта композиция определена, если

$$s \in S_{f_1}, f_1 (s) \in S_{f_2}, \dots, f_n (\dots (f_2 (f_1 (s))) \dots) \in S_{f_{n-1}}.$$

Метод решения задачи (S_0, S, F, T) будем называть *эвристическим методом представления истин*, если он на каждом шаге находит все возможные применения операторов к данному текущему состоянию истин, а порядок рассмотрения состояний истин и порядок применения операторов управляется свойствами уже рассмотренных до этого шага состояний истин.

Будем использовать два основных подхода к решению определенной выше задачи представления истин эвристическим методом — основанный на *продукционных системах представления истин* (т.е. использующих методы представления истин в *пространстве состояний истин*) и основанный на *редукционных системах представления истин* (т.е. использующих сведение решения задачи к решению ее подзадач). Оба эти подхода достаточно наглядно продемонстрированы в п. 10.2.2 на примере решения задачи о миссионерах и людоедах. Поэтому в настоящем параграфе мы лишь дадим общие постановки решения задач в этих системах и подчеркнем связь между продукционными и редукционными системами решения задач.

10.4.2. Представление истин в пространстве состояний истин (*система продукций*).

В системе продукций естественно представить пространство поиска решений представления истин в виде *локально-конечного направленного графа* $G=(X, \Gamma)$, где $X=\{x_0, x_1, \dots\}$ — множество, в общем случае бесконечное, вершин графа, каждая из которых отождествляется с одним из состояний истины $s \in S$; $E=\{(x_i, x_j) | x_i, x_j \in X, x_j \in \Gamma(x_i)\}$ — множество дуг, или ребер графа, бесконечное, если бесконечно множество X ; $\Gamma: X \rightarrow 2^X$ — конечное отображение, т.е. для всех $x \in X$ $|\Gamma(x)| \in N$; N — целое число; $|\Gamma(x)|$ — количество *дочерних вершин* x , т.е. вершин, соединенных с x дугой.

В множестве вершин X мы выделяем подмножества вершин $X_0 \subseteq X$, соответствующее множеству начальных состояний истин $S_0 \subseteq S$, и $X_t \subseteq X$, соответствующее множеству конечных состояний истин $T \subseteq S$. Определим *путь в графе* G как $\mu=(x_1, x_2, \dots, x_k)$, $(x_i, x_{i+1}) \in E$, $i=1, 2, \dots, k-1$. Если $x_1 \in X_0$, $x_k \in X_t$, то очевидно, что решение задачи эвристического поиска в пространстве состояний истин (т.е. нахождение последовательности операторов, преобразующей начальное состояние истины в конечное) сводится к *задаче поиска пути μ на графе G* . Путь из $x_0 \in X_0$ в $x_t \in X_t$ называется *решающим*.

Для локально-конечного графа G целесообразно *неявное задание* , т. е. определение множества X_0 и множества операторов, которые, будучи применимы к вершине графа, дают все ее дочерние вершины (выполнение условия применимости $\Gamma_i \subseteq \Gamma$ к вершине x_i обязательно, хотя возможно, что для некоторой x_i $\Gamma_i = \emptyset$). При таком задании механизм генерации решений должен строить в явной форме некоторый *подграф неявно заданного графа G , содержащий по крайней мере одну конечную вершину* .

Представление пространства поиска решений в виде графа G обеспечивает решение, начиная от начального состояния истины. Однако в тех случаях, когда целевое состояние истины явно задано, может оказаться целесообразным проводить поиск пути в графе, начиная от конечной вершины к начальной. Более того, в этом случае можно скомбинировать эти два поиска в единый *двунаправленный поиск* в графе. Интуитивно очевидно, что поскольку поисковые деревья растут экспоненциально, то два поиска с меньшей глубиной могут оказаться эффективнее одного поиска с суммарной глубиной. Алгоритм двунаправленного поиска будет рассмотрен в раз. 11. Следует отметить, что дополнительно к рассмотренному выше представлению в системе продукций необходимо добавить отображение предшествования $\Gamma^{-1}: X \rightarrow 2^X$, где

$$\Gamma^{-1}(x_j) = \{x_i/x_i, x_j \in X, x_j \in \Gamma(x_i)\}. \quad (10.15)$$

10.4.3. Представление истин в системе редукций.

Если решение задач в системе продукций сводится к поиску решающего пути, то основной идеей редукционной системы представления истин является *поиск доказательства того, что решение задачи представления истины выводится из решения совокупности ее подзадач* .

Другими словами, решение задачи в этой системе сводится к нахождению множества альтернативных совокупностей подзадач, каждая из которых дает решение задачи, затем множества альтернативных совокупностей подзадач этих подзадач и т. д. до тех пор, пока задача представления истины не станет *разрешимой* , т. е. решение всех ее подзадач не станет очевидным, или пока не будет доказано, что задача *не имеет решения* . Очевидность решения подзадач определяется следующими возможностями:

1) Подзадача представления истины носит характер общеизвестного утверждения (аксиома).

2) Подзадача представления истины легко может быть решена в системе продукций формирования определений (например, за один шаг).

3) Подзадача представления истины хотя и сложна, но ее решение известно системе на основе предыдущего опыта.

Подход с использованием редуccionной системы представления истин является в некотором роде обобщением подхода с использованием пространства состояний истин. Действительно, в процессе сведения задачи к совокупности подзадач могут возникнуть различные возможности такого сведения (альтернативные совокупности); в то же время применение оператора в продукционной системе представления истин сводит задачу к более простой подзадаче, но эта возможность для данного оператора единственна. С другой стороны, редуccion можно рассматривать и как вспомогательный процесс разбиения задачи поиска решающего пути в пространстве состояний истин на подзадачи поиска подпутей этого пути с последующей их композицией в окончательном решении задачи.

Как продукционный, так и редуccionный подход представления истин требуют для решения задачи использования процессов поиска с той только разницей, что в первом случае поиск осуществляется в *пространстве состояний истин*, а во втором — в *пространстве описаний множеств подзадач*.

Пространство описаний множеств подзадач представляется в виде специального направленного графа G , называемого «И/ИЛИ-графом, или пропозициональным графом».

С каждой вершиной этого графа связывается описание определенной подзадачи. Дуги этого графа соответствуют операторам сведения задачи к подзадачам. В графе выделяются два типа вершин: *конъюнктивные вершины*, или вершины типа «И», которые вместе со своими дочерними вершинами интерпретируются высказыванием «чтобы решить задачу, необходимо решить все ее подзадачи», и *дизъюнктивные вершины*, или вершины типа «ИЛИ», которые вместе со своими дочерними вершинами интерпретируются высказыванием «чтобы решить задачу, достаточно решить одну из ее подзадач». Дуги, исходящие из конъюнктивной вершины, связаны дужкой при этой вершине. Пример пропозиционального графа при веден на рис. 10.4.

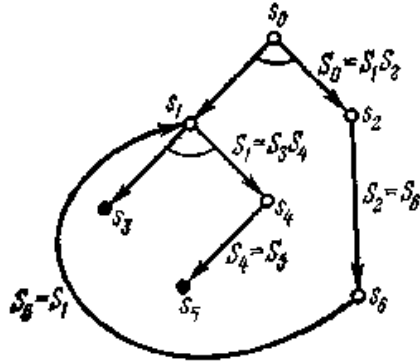


Рис. 10.4. Пример пропозиционального графа. Конечные вершины представлены зачерненными точками.

Здесь s_0 — первоначальная задача, для решения которой *обходимо* решить подзадачи s_1 и s_2 , для решения s_1 *необходимо* решить подзадачи s_3 и s_4 , для решения s_2 *достаточно* решить s_5 , для решения s_4 и s_6 *достаточно* решить s_5 и s_1 соответственно. Решение задач s_3 и s_6 предполагается известным.

В множестве вершин пропозиционального графа выделяются подмножество *начальных вершин*, т. е. задач, которые следует решить, и подмножество *конечных вершин*, т. е. заведомо разрешимых задач. Это завершает формулировку задачи как задачи эвристического метода представления истин, причем решение ее сводится к нахождению в пропозициональном графе *решающего графа*, формальное определение которого будет дано несколько ниже.

С каждой вершиной пропозиционального графа мы связываем высказывание в виде *булевой функции*, выраженной в дизъюнктивной нормальной форме и образующейся по следующим правилам: для вершины s , имеющей дочерние вершины s_1, s_2, \dots, s_k

а) если s — конъюнктивная вершина, то соотнесенная с ней булевская функция

$$S = \bigwedge_{i=1}^k S_i,$$

где S_i — булевская функция, соотнесенная вершине s_i ;

б) если s — дизъюнктивная вершина, то соотнесенная с ней булевская функция

$$S = \bigvee_{i=1}^k S_i;$$

в) если s — конечная вершина, то соотнесенная с ней булевская функция *тождественно истинна* (из нашего определения конечной вершины пропозиционального графа следует, что вершины, не являющиеся конечными и не имеющие дочерних вершин, соответствуют заведомо неразрешимым задачам; для этих вершин булевская функция *тождественно ложна*);

г) если s_1, s_2, \dots, s_m — начальные вершины, то с ними соотносится булевская функция

$$S = \bigwedge_{i=1}^m S_i.$$

На рис. 10.4 рядом с вершинами показаны соотнесенные с ними булевские функции.

Введем ряд формальных определений.

Пусть s — дизъюнктивная вершина, т. е. $S = \bigvee_{i=1}^k S_i, s_i$ — дочерние вершины s . Тогда каждая из $S_i, i = 1, 2, \dots, k$, называется *непосредственной импликантой* S .

Пусть s — конъюнктивная вершина, т. е. $S = \bigwedge_{i=1}^k S_i, s_i$ — дочерние вершины s . Тогда *непосредственной импликантой* S называется булевская функция, получаемая из S заменой $S_i, i=1, 2, \dots, k$, одной из ее непосредственных импликант.

Пусть s_1, s_n — конъюнктивные вершины. Тогда S_n является *импликантой* S_1 , если имеется последовательность конъюнктивных вершин s_1, s_2, \dots, s_n такая, что S_i является непосредственной импликантой $S_{i-1}, i=2, 3, \dots, n$.

Пусть s — конъюнктивная вершина с дочерними вершинами s_1, s_2, \dots, s_k . Назовем *путевым графом, начинающимся в вершинах* s_1, s_2, \dots, s_k и *заканчивающимся в вершинах* t_1, t_2, \dots, t_m , где $s_i, t_l \in G, i=1, 2, \dots, k; l=1, 2, \dots, m$, такой конечный подграф G' пропозиционального графа G , что

а) $s_i, t_l \in G', i=1, 2, \dots, k; l=1, 2, \dots, m$.

б) Только $s_i, i=1, 2, \dots, k$, не имеют входящих дуг, а $t_l, l=1, 2, \dots, m$ — исходящих.

в) Для всех вершин $x \in G'$, кроме $t_l, l=1, 2, \dots, m$, имеются такие дочерние вершины $x_j \in G', j=1, 2, \dots, p$, что X_1, X_2, \dots, X_p являются единственными непосредственными импликантами X в G' .

$$T = \bigwedge_{i=1}^m T_i.$$

г) — импликанта S в G' .

Если $t_l, l=1, 2, \dots, m$, — конечные вершины графа G , то *путевой граф* называется *решающим графом, начинающимся в вершинах* s_i ,

$i=1, 2, \dots, k$. Решающий граф, начинающийся в *начальных* вершинах G , называется *решающим графом*. Граф, представленный на рис. 10.4, является решающим, поскольку, как легко видеть, S_3S_5 является импликантой S_0 .

Итак, решение задачи в системе редукций может быть сведено к поиску *решающего графа исходного пропозиционального графа*, поскольку, как вытекает из предыдущего изложения, просмотр решающего графа от конечных вершин к начальным точно задает множество подзадач, которые необходимо решить для решения исходной задачи, и порядок их решения. Необходимость поиска решающего графа определяется наличием более чем одной дочерней вершины у дизъюнктивных вершин, или, другими словами, наличием альтернативных совокупностей подзадач, решение которых необходимо для решения исходной задачи.

Поскольку во всех предыдущих рассуждениях не накладывалось никаких ограничений на конечность пропозиционального графа, необходимо его *неявное задание*, т. е. задание множества начальных вершин и оператора Γ , генерирующего для данной вершины дочерние вершины и указывающего для нее булевскую функцию в виде конъюнкции дочерних вершин (мы предполагаем, что оператор, сводящий решение задачи к решению ее подзадач, применяется к конъюнктивным вершинам, в то время как процесс выбора оператора определяет альтернативные совокупности подзадач, т. е. образует вершины, дочерние для дизъюнктивной вершины).

Следует заметить, что любой конечный пропозициональный граф с разделимыми конъюнктивными и дизъюнктивными вершинами может быть отображен в *контекстно-свободную грамматику*. При этом конъюнктивные вершины соответствуют *продукциям*, дизъюнктивные вершины — *вспомогательным символам*, конечные вершины — *основным символам*, дуги из конъюнктивных вершин к дизъюнктивным вершинам определяют *выбор подстановки для переменных*, а дуги из дизъюнктивных вершин к конъюнктивным показывают *действительную подстановку*. На рис. 10.5 показан пропозициональный граф, соответствующий контекстно-свободной грамматике

$$G = (\{a, b\}, \{S, A\}, S, P),$$

$$P = \{p_1: S \rightarrow aAS, p_2: S \rightarrow a, p_3: A \rightarrow$$

$$\rightarrow Sba, p_4: A \rightarrow ba, p_5: A \rightarrow SS\}, \quad (10.16)$$

где A — вспомогательный символ, S — начальный символ, a, b — основные символы, P — множество продукций.

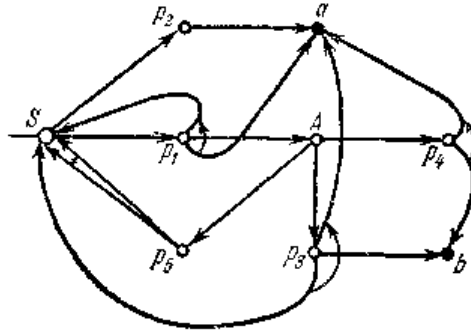


Рис. 10.5. Представление контекстно-свободной грамматики в виде пропозиционального графа.

Такое представление пропозиционального графа предопределяет упорядочение, накладываемое на порядок генерации вершин, следующих за конъюнктивными (на рис. 10.5 указано дужками со стрелками).

Таким образом, к поиску решающего графа в пропозициональном графе могут быть приложены методы теории формальных грамматик. В частности, решающий граф в пропозициональном графе соответствует *дереву вывода* некоторого высказывания в соответствующей контекстно-свободной грамматике, а поиск такого графа эквивалентен поиску высказывания в языке, соответствующем контекстно-свободной грамматике, вместе с его деревом вывода.

10.4.4. Механизмы сведения задач к подзадам.

На первый взгляд представление в виде пропозиционального графа кажется многообещающей основой для построения универсального решателя задач. Однако не следует забывать, что использование теоретико-графической модели позволяет формализацию лишь одного из элементов декларативного метода представления истин, а именно пространства описания множеств подзадач представления истин. Что же касается преобразований, определенных на множестве вершин графа, то как в настоящем параграфе, так и в следующем разделе, где будут рассмотрены соответствующие алгоритмы, мы лишь считаем, что задано некоторое, как правило, фиксированное множество операторов, позволяющее на каждом шаге порождать все вершины, дочерние по отношению к рассматриваемой. Иначе говоря, теоретико-графическая модель представления истин сама по себе не дает сколько-

нибудь систематического подхода к решению в общем виде следующей важной задачи: «*каким образом осуществить акт разбиения задачи на подзадачи?*» Она лишь отвечает на вопрос, *как* решить задачу, если такой подход *существует*, т. е. представляет собой скелет, на который можно наложить решаемую задачу с соответствующей ей специализированной семантикой описания вершин и дуг графа, т. е. конкретной интерпретацией описания задачи и ее подзадач, а также допустимых операторов разбиения задач на подзадачи. В этой связи представляют интерес независимые или хотя бы частично независимые от задачи механизмы сведения задач к подзадачам (*механизм редукции*). Шагом на пути к построению такого рода механизмов применительно к представлению в виде пропозиционального графа является использование понятий ключевых состояний истин и ключевых операторов.

Рассмотрим метод сведения задачи к совокупности подзадач, последовательно упрощающий задачи представления истин в пространстве состояний истин, т. е. накладывающий механизм редукции на решение задачи в системе продукций.

Представим задачу представления истин в пространстве состояний истин в виде (S_0, F, T) , S_0 — множество начальных состояний истин, T — множество целевых состояний истин, F — множество операторов, отображающих состояния истин в состояния истин. Пусть также заданы множества *ключевых состояний истин* T_1, T_2, \dots, T_N , т. е. множества тех состояний истин, через которые, наиболее вероятно, пройдет решающий путь в графе. Тогда можно использовать механизм редукции для сведения задачи (S_0, F, T) к совокупности задач $(S_0, F, T_1), (\{t_1\}, F, T_2), \dots, (\{t_N\}, F, T)$, эквивалентной исходной задаче. Здесь $t_1 \in T_1, t_2 \in T_2, \dots, t_N \in T_N$ — конкретно выбранные ключевые состояния истин.

Одним из приемов нахождения множеств ключевых состояний истин является выделение *ключевых операторов*, т. е. операторов, применение которых необходимо для решения задачи (таков, например, оператор ППЛ, 1,1 на рис. 10.1 в задаче о миссионерах и людоедах). Пусть $f \in F$ — ключевой оператор для задачи (S_0, F, T) . Тогда задача может быть разбита на три подзадачи:

- 1) Поиск пути к состоянию $t \in T_f, T_f$ — область определения f , т.е. множество состояний, к которым f применим, — подзадача (S_0, F, T_f) .
- 2) Применение оператора f — подзадача $(\{t\}, F, \{f(t)\})$.
- 3) Оставшаяся часть задачи — подзадача $(\{f(t)\}, F, T)$.

Заметим, что если бы нам было задано множество операторов $F_k \subset F$ такое, что $f \in F_k$, то это привело бы к необходимости построения

пропозиционального графа для получения альтернативных совокупностей трех подзадач указанного выше вида.

Недостаток описанного метода заключается в том, что, за исключением тривиальных случаев, ключевые состояния истин или операторы могут быть найдены на основе анализа пространства состояний истин, а это, как указывалось в п. 10.2, едва ли не самая сложная проблема в области автоматизированного представления истин.

В эвристическом методе представления истин основными понятиями являются **состояния истин и операторы**. Поэтому формальная и содержательная постановка задачи в эвристическом методе полностью совпадает с изложенными в начале этого параграфа.

В процессе выполнения эвристического метода находят *различия* между текущим и целевым состояниями истин. На основе этих различий выбирается оператор, который применяется к текущему состоянию истины, вырабатывая новое состояние истины. Далее производится сравнение этого состояния истины с целевым, и цикл повторяется. В случае неприменимости выбранного оператора к текущему состоянию истины определяются различия, суммирующие причину неприменимости. На основе этих различий выбирается оператор, *пригодный* для их устранения. Если он применим и устраняет их, то применяется предыдущий оператор. Однако он может быть *неприменим* или *непригоден*, поэтому изложенная схема работы метода рекурсивна.

Основной механизм редукции использует три стандартных метода (рис. 10.6): *преобразование состояния A в состояние B , уменьшение различия D между состояниями A и B и применение оператора f к состоянию A .*

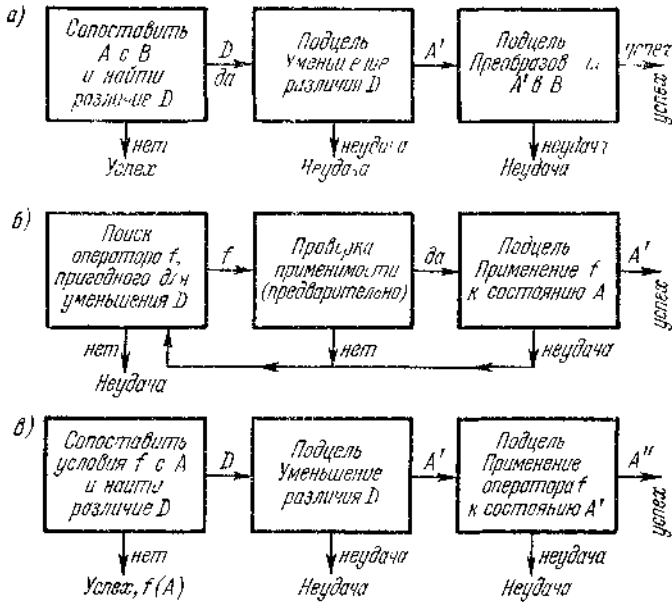


Рис. 10.6. Основные методы механизма редукции: а) метод преобразования состояния A в состояние B , б) метод уменьшения различия D между состояниями A и B , в) метод применения оператора f к состоянию A .

Преобразование состояния истины. Генерируется выведенная (т. е. полученная путем последовательного применения операторов к A и следующим состояниям) последовательность состояний истин, оканчивающаяся состоянием истины, идентичным B .

Уменьшение различия. Вырабатывается новое состояние A' , выведенное из A с измененным различием D .

Применение оператора. Генерируется новое состояние истины применением f к A или состоянию истины, выведенному из A .

Пример работы механизма редукции приведен на рис. 10.7, где изображено дерево методов для преобразования объекта (истины) A в объект (истину) B (пример необходимо проследивать по рекурсивной схеме рис. 10.6).

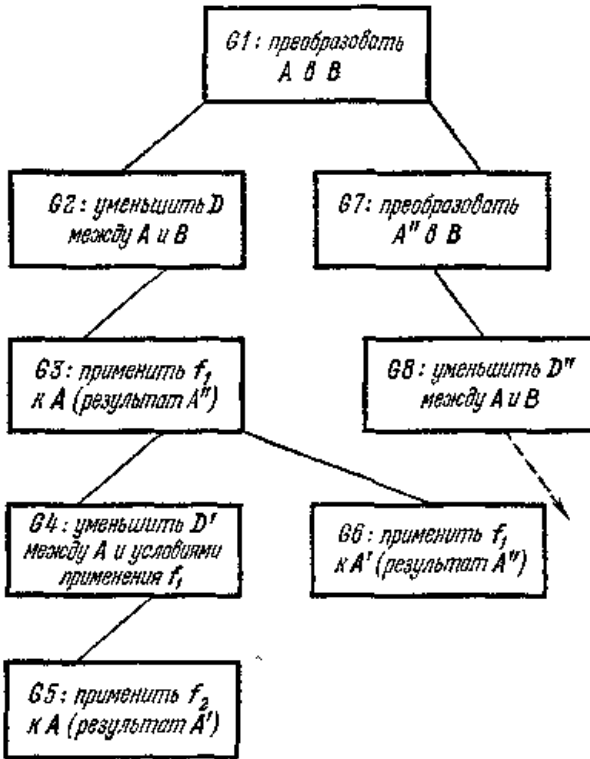


Рис. 10.7. Пример работы механизма редукции.

Пытаясь преобразовать A в B , механизм находит различие D между A и B и переходит к его уменьшению (G2), находит оператор f_1 , пригодный для уменьшения, и пытается применить его к A (G3). Однако оператор f_1 неприменим, и механизм находит различие D' и пытается его уменьшить (G4). Предположим, что оператор f_2 пригоден для уменьшения D' и применим к A (G5). Тогда вырабатывается новое состояние A' . Теперь механизм записывает A' как результат G5 и G4 и переходит к применению f_1 к A' . Поскольку различие D' устранено, f_1 применяется к A' , вырабатывается результат A'' (G6). Этот результат записывается в G3 и G2. Поскольку различие D устранено, производится переход к преобразованию A'' в B (G7). К этому моменту механизм выработал последовательность операторов $f_2 \circ f_1(A) = f_1(f_2(A))$, преобразующую A в A'' , и очередную подзадачу преобразования A'' в B .

Представим процесс редукции (рис. 10.7) с помощью пропозиционального графа (рис. 10.8).

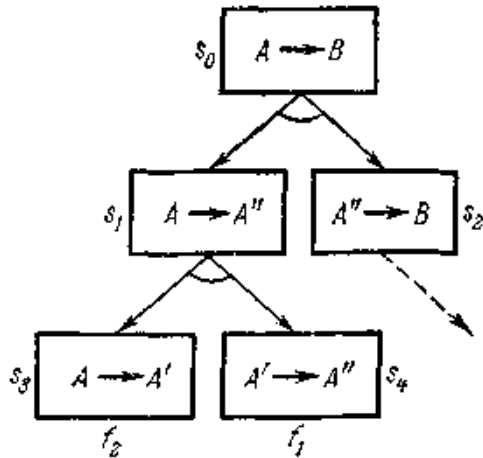


Рис. 10.8. Пропозициональный граф, соответствующий процессу редукции.

В вершинах графа записаны формулировки исходной задачи и ее подзадач. Граф содержит только конъюнктивные вершины, так как мы предполагали для простоты, что механизм метода обладает способностью выбирать один пригодный оператор. Вершины s_3 и s_4 являются конечными, так как им соотносятся операторы f_2 и f_1 соответственно, непосредственно преобразующие A в A' (f_2) и A' в A'' (f_1).

Из сопоставления двух формализмов — механизма редукции и представления с помощью пропозиционального графа — можно сделать следующие выводы:

1) Механизм редукции метода осуществляет разбиение задачи на подзадачи с помощью метода уменьшения различия, не требуя специального набора операторов для этой цели; однако он должен обладать эффективными методами определения различия между двумя состояниями и выбора оператора, пригодного для уменьшения или устранения этого различия. Решение первой задачи при заданном формализме описания истинно представляет принципиальных трудностей, чего нельзя сказать о второй задаче.

Что касается представления в виде пропозиционального графа, то без информации о конкретном содержании задачи и о свойствах пространства описаний множества подзадач мы не смогли бы

определить множество операторов, преобразующих вершины графа в дочерние вершины, т. е. осуществить разбиение задачи, представленной на рис. 10.7, на подзадачи.

2) Как будет показано в следующем разделе, представление в виде пропозиционального графа допускает построение допустимых алгоритмов, т. е. всегда находящих решение задачи, если оно есть, а при определенных условиях — алгоритмов, находящих оптимальные решения. В то же время использование механизма редукции даже при наличии специализированной системы представления истин, не всегда гарантирует нахождение решения.

Рассмотрим условия, при которых механизм редукции находит решение задачи. Рассмотрим произвольное отображение $S \times S \rightarrow D$, где D — множество различий истин. Это отображение ставит в соответствие каждой паре (s_1, s_2) , $s_1, s_2 \in S$, различия $\{d_j\} \subseteq D$.

Введем линейное упорядочение $>$ на множестве D , так что $d_1 > d_2$, $d_1, d_2 \in D$, означает, что d_1 — *более трудное* для уменьшения различие, чем d_2 . Это определение не допускает равнотрудных различий, и в этом случае необходимо объединять их в одно различие $d = d_1 \cup d_2$.

Для заданных множества операторов F и множества различий D построим функцию $W: D \times H \rightarrow \{0, 1\}$, где H — разбиение, заданное на F . Для $d \in D$, $h \in H$, $f \in h$ $W(d, h) = 1$ означает, что f пригоден для уменьшения различия d , $W(d, h) = 0$ означает, что f непригоден для уменьшения различия d .

Функция W , выраженная в табличной форме, носит название *таблицы связей* и показывает, какие из групп операторов являются пригодными для уменьшения тех или иных различий истин.

Построим специальный вид таблицы связей — *треугольную таблицу*. Каждому d_i присваивается $h_i \in H$ так, что $W(d_i, h_i) = 1$, а $W(d_k, h_i) = 0$ для всех $d_k > d_i$ (индексы присваиваются так, что если $d_k > d_i$, то $k > i$).

Таким образом, мы строим треугольную таблицу, производя такие разбиения множества операторов, чтобы каждая группа операторов была пригодной для уменьшения определенного различия истин, но не уменьшала бы различия большей трудности. По отношению к различиям меньшей сложности она может быть как пригодной, так и непригодной.

Мы рассматриваем далее класс задач эвристического метода представления истин — Δ -задачи, — который описывается пятеркой (S_0, S, F, T, W) , W — треугольная таблица связей. В процессе разбиения задачи на подзадачи образуется два типа подзадач: непосредственно решаемые и подлежащие дальнейшему разбиению. Их результаты обозначим через $R_0(\sigma)$ и $R_1(\sigma)$ соответственно, σ — некоторое

промежуточное состояние истины. Определим также *максимальное различие истины между* s_1 и s_2 , $s_1, s_2 \in S$, с помощью функции $M: S \times S \rightarrow D$. $M(s_1, s_2) = d_i$ тогда и только тогда, когда $d_i > d_j$ для всех $d_j \in \{d_j\}$. Заметим, что в случае $s_1 = s_2$ $M(s_1, s_2)$ не определена.

Максимальное различие между $s_1 \in S$ и $X \wedge S$, $MM(s_1, X) = \min_{s_2 \in X} M(s_1, s_2)$,

причем MM не определена, если $S_i \in X$.

Если $f \in h_i$, $MM(\sigma, T) = d_i$ и, следовательно, $W(d_i, h_i) = 1$, то $R_0(\sigma) = \{f(\sigma)/\sigma \in S_f\}$, $R_1(\sigma) = \{f(\tau)/\tau \in S_f$ и существует решение подзадачи

$$(\sigma, S, \bigcup_{k=1}^{i-1} h_k, \{\tau\}, W).$$

Δ -схема Δ -задачи (S_0, S, F, T, W) есть последовательность (s_0, s_1, \dots, s_n) , $s_0 \in S_0$, $s_n \in T$, такая, что $s_i \in R_0(s_{i-1}) \cup R_1(s_{i-1})$, $i=1, 2, \dots, n$. Теперь становится ясной важность введенной треугольной таблицы связок. Действительно, пусть σ — элемент Δ -схемы и $MM(\sigma, T) = d_i$. Тогда мы используем $f \in h_i$ для уменьшения d_i . Если $\sigma \in S_f$, т.е. f применим, то $f(\sigma) \in R_0(\sigma)$. В противном случае ставится подзадача преобразования σ в S_f . Однако для решения этой подзадачи

используются только операторы из $\bigcup_{k=1}^{i-1} h_k$. Если результатом решения

этой подзадачи является $\tau \in S_f$, то $f(\tau) \in R_1(\sigma)$.

Пусть $f_1 \circ f_2 \circ \dots \circ f_n(s_0) = t$, $t \in T$. Решение Δ -задачи *упорядочено* тогда и только тогда, если $MM(s_0, T) = M(s_0, t) \geq MM(f_1(s_0), T) = M(f_1(s_0), t)$ и $M(f_1 \circ f_2 \circ \dots \circ f_i(s_0), t) \geq MM(f_1 \circ f_2 \circ \dots \circ f_{i+1}(s_0), T) = M(f_1 \circ f_2 \circ \dots \circ f_{i+1}(s_0), t)$, $i=1, 2, \dots, n-2$.

Таким образом, вырабатывая упорядоченное решение, механизм редукции последовательно уменьшает монотонно невозрастающую последовательность различий. На каждом шаге из множества конечных объектов (истин) рассматривается тот, различие которого с текущим объектом (истиной) является минимальным, т.е. $M(\sigma, t) = MM(q, T)$ для любых $\sigma \in S$, $t \in T$.

Можно показать, что *наличие упорядоченного решения Δ -задачи и всех ее подзадач дает достаточные условия того, что механизм редукции найдет решение задачи, если оно есть.*

Преимущества этого подхода заключаются в том, что

- 1) На каждом шаге решения задачи механизм рассматривает лишь подмножества множества операторов, причем в ходе решения задачи эти подмножества последовательно сокращаются.

2) Механизм рассматривает лишь те подзадачи, которые легче (опять в смысле используемого подмножества операторов), чем образующая их задача.

Однако пользователь системы представления истин должен задать ей множество различий, их упорядочение и таблицы связей.

10.5. Методы доказательства истин на основе декларативных методов представления истин

В данном параграфе мы изложим еще один вид декларативного метода представления истин, используемого как для представления знаний, так и для сведения процесса решения задачи представления истины или ее части к автоматическому логическому анализу. Постановка задачи при указанном подходе заключается в следующем. Задача записывается в виде утверждений некоторого формального языка. При этом часть утверждений, соответствующая исходным данным, рассматривается как аксиомы, а цель задачи рассматривается как утверждение, справедливость которого следует установить или опровергнуть на основании аксиом и правил вывода формальной системы представления истин.

Существуют различные логические формализмы, пригодные для записи в них утверждений, относящихся к широкому кругу задач.

Мы будем далее рассматривать только исчисления предикатов первого порядка с равенством и без равенства, так как для этих исчислений разработаны универсальные и эффективные процедуры, обладающие *полнотой*, т. е. всегда устанавливающие наличие некоторого факта, если он выводим из аксиом.

Любая логическая система (теория) представления истин и исчисление предикатов, в частности, может быть построена на базе как синтаксических, так и семантических концепций.

Теорию представления истин, построенную на базе семантических концепций, будем называть *теорией моделей истин*, а теорию, построенную на базе синтаксических концепций,— *аксиоматической теорией*. При обоих способах построения некоторой теории А необходимо определить понятие алфавита и формулы определения понятия истины.

Алфавитом называется некоторое счетное множество символов теории. Произвольные конечные последовательности символов алфавита называются *выражениями* теории А.

Формулой определения понятия истины теории А будем называть некоторое выделенное подмножество выражений теории А. Алфавит исчисления предикатов состоит из следующего множества символов:

1. Знаков пунктуации (), .
2. Пропозициональных связок $\sim, \vee, \wedge, \rightarrow$.
3. Знаков кванторов \forall, \exists .
4. Символов переменных $x_k, k=1, 2, \dots$
5. n -местных (размерных) функциональных букв $f^k, k \geq 1, n \geq 0, f^0_k$ называют константными буквами.
6. n -местных предикатных букв (символов) $p^k, k \geq 1, n \geq 1$.

В дальнейшем в примерах для удобства употребления будем вместо x_k писать u, v, w, x, y, z ; вместо f^k — a, b, c, d ; вместо $f^k, k \neq 0$, — f, g, h, φ , а вместо p^k — P, Q, R, S, T, V, W .

Из символов алфавита можно строить различные выражения. Выделим среди них те, которые представляют для нас интерес.

1. *Термы.*

- а) Каждый символ переменной или константной буквы является термом.
- б) Если $t_1, \dots, t_n, n \geq 1$, — термы, то и $f^k(t_1, \dots, t_n)$ является термом.
- в) Выражение является термом только в том случае, если это следует из правил а) и б).

2. *Элементарные формулы определений понятий истин (атомы).*

Если p^k — предикатная буква, а t_1, \dots, t_n — термы, то $p^k(t_1, \dots, t_n)$ — элементарная формула определения понятия истины (атом).

3. *Формулы определений понятий истин, или правильно построенные формулы определений понятий истин (ппфо).*

- а) Всякая элементарная формула определения понятия истины есть формула.
- б) Если D и B — формулы определений понятий истин и x — переменная, то каждое из выражений $(\sim D), (D \vee B), (D \wedge B), (D \rightarrow B), (\forall xD), (\exists xD)$ есть формула определения понятия истины.
- в) Выражение является формулой определения понятия истины только в том случае, если это следует из правил а) и б).

В выражениях $(\forall yD)$ и $(\exists yD)$ D называется *областью действия квантора всеобщности (общности) и квантора существования соответственно*. При этом переменная y называется связанной квантором (несвободной). (Для указания области действия кванторов будем также использовать нотацию $(\forall y)(D)$ и $(\exists y)(D)$, эквивалентную введенной выше.)

Формула называется *замкнутой*, если она не содержит свободных переменных. Нас будут интересовать именно такие формулы определений понятий истин.

При определении логической системы с семантической точки зрения вводят понятия интерпретации, общезначимости и выполнимости.

Для того чтобы придать формуле определения понятия истины содержание, ее интерпретируют как утверждение, касающееся рассматриваемой области.

Под *интерпретацией формулы определения понятия истины* будем понимать всякую систему, состоящую из непустого множества E , называемого *областью интерпретации*, и какого-либо соответствия, относящего каждой предикатной букве p^n_k некоторое n -местное отношение в E , каждой функциональной букве f^n_k — некоторую n -местную функцию в E (т. е. функцию, отображающую E^n в E) и каждой константной букве f^0_k — некоторый элемент из E . Предметные переменные мыслятся пробегающими область E интерпретации. При заданной интерпретации всякой элементарной формуле определения понятия истины приписывается значение «истинно» (T) или «ложно» (F). Приписывание значения элементарной формуле определения понятия истины $p^n_k(t_1, \dots, t_n)$ осуществляется по следующему правилу: если термы предикатной буквы соответствуют элементам из E , удовлетворяющим отношению, определяемому данной интерпретацией, то значением элементарной формулы определения понятия истины будет истина T , в противном случае — ложь F .

Значение неэлементарной формулы определения понятия истины вычисляется рекуррентно, исходя из значений составляющих ее формул. При этом, если D и B — формулы, то значения формул $\sim D$, $D \vee B$, $D \wedge B$, $D \rightarrow B$ определяются по следующей *таблице истинности*:

D	B	$\sim D$	$D \vee B$	$D \wedge B$	$D \rightarrow B$
T	T	F	T	T	T
F	T	T	T	F	T
T	F	F	T	F	F
F	F	T	F	F	T

Отметим, что формула $(\forall xD)$ обозначает утверждение: «для любого значения x из области E истинно (выполнено) D », а формула $(\exists xD)$ обозначает утверждение: «существует такое значение x из области E , что истинно (выполнено) D ».

Приведенные выше утверждения могут быть как истинны, так и ложны. В случае конечных областей E значения истинности таких формул можно установить с помощью таблиц истинности.

Очевидно, что некоторые формулы могут быть истинными или ложными в зависимости от выбранных интерпретаций.

Формула D называется *выполнимой* тогда и только тогда, когда существует интерпретация f такая, что D принимает значение T в I . Если формула D принимает значение T в интерпретации I , то будем говорить, что I есть *модель* D , или I *удовлетворяет* формуле D .

Если некоторая формула принимает значение T при всех интерпретациях, то ее будем называть *общезначимой*. Так, например, формула $P(a) \rightarrow (P(a) \vee P(b))$ истинна при любой интерпретации (это можно установить по таблице истинности) и, следовательно, эта формула общезначима.

Если формула D принимает значение F в интерпретации I , то будем говорить, что I *не удовлетворяет* формуле D .

Формула называется *невыполнимой* (*неудовлетворимой*), если при всех интерпретациях она принимает значение P . Очевидно, что если формула D общезначима, то формула $(\sim D)$ невыполнима.

Введенные выше определения выполнимости, общезначимости, невыполнимости модели некоторой формулы D переносятся на множество формул; при этом предполагается, что все формулы множества связаны знаком конъюнкции. Таким образом, некоторое множество формул D_1, \dots, D_n выполнено на данной интерпретации, если каждая формула D_i этого множества имеет значение T на данной интерпретации.

Формула B *логически следует* из некоторого множества формул $S = \{D_1, \dots, D_n\}$, если каждая интерпретация, удовлетворяющая S , удовлетворяет также и B .

Задачей доказательства определений понятий истин мы будем называть выяснение вопроса логического следования некоторой формулы B из заданного множества формул $\{D_1, \dots, D_n\}$, т. е. выяснения общезначимости формулы $((D_1 \wedge \dots \wedge D_n) \rightarrow B)$.

Однако, как показал Чёрч, не существует общего метода для установления общезначимости любых формул исчисления предикатов первого порядка. По этой причине исчисление предикатов называют *неразрешимым*. Тем не менее из теоремы Эрбрана следует, что если некоторая формула исчисления предикатов общезначима, то существует процедура для проверки ее общезначимости, т. е. исчисление предикатов можно назвать *полуразрешимым*.

При формировании формул определений понятий истин оказывается удобным определять невыполнимость, а не общезначимость. Поэтому

рекомендуется рассматривать формулу $\sim((D_1 \wedge \dots \wedge D_n) \rightarrow B)$, являющуюся отрицанием исходной. Формула $\sim((D_1 \wedge \dots \wedge D_n) \rightarrow B)$ эквивалентна формуле $(D_1 \wedge \dots \wedge D_n \wedge \sim B)$, и именно невыполнимость этой последней формулы и следует доказывать. Для установления невыполнимости необходимо доказать, что не существует такой интерпретации, при которой каждая из формул множества $D_1, \dots, D_n, \sim B$ имеет значение T .

В связи с полуразрешимостью исчисления предикатов эта процедура будет приводить к успеху только в случае, если формула B следует из D_1, \dots, D_n . В противном случае процедура может продолжаться бесконечно.

Процесс установления невыполнимости некоторого множества формул будем называть *процессом опровержения определения понятия истины*.

Как мы указали выше, кроме определенного нами семантического способа задания логической теории истин, существует синтаксический способ. При этом способе, кроме алфавита и формул, определяемых так же, как и раньше, задаются **аксиомы и правила вывода**.

Аксиомами называют некоторое выделенное множество формул теории. Обычно существует возможность эффективно выяснить, является ли данная формула теории A аксиомой. В таком случае A называется *аксиоматической теорией*.

Правилами вывода формул определений понятий истин будем называть конечное множество R_1, \dots, R_n отношений между формулами определений понятий истин. Для каждого отношения R_i существует такое целое положительное число j , что для каждого множества D_1, \dots, D_j формул и для каждой формулы B эффективно решается вопрос о том, находятся ли эти j формул в отношении R_i с формулой B , и если да, то B называется *непосредственным следствием* данных j формул по правилу R_i .

Выводом в теории истин A называется такая последовательность формул D_1, \dots, D_n , в которой для любого i формула D_i есть либо аксиома теории истин A , либо непосредственное следствие каких-либо предыдущих формул по одному из правил вывода.

Формулу B теории A будем называть *теоремой* (утверждением) теории истин, если существует вывод в этой теории, в котором последней формулой является B . Такой вывод будем называть *выводом формулы определения понятия истины B* .

Теория истин A называется *разрешимой*, если существует единая эффективная процедура (алгоритм), позволяющая узнать для любой данной формулы, существует ли ее вывод в теории истин A .

Логическая теория истин A называется *непротиворечивой*, если не существует формулы B такой, чтобы B и $(\sim B)$ были определениями в теории истин A .

Известно, что всякое исчисление первого порядка непротиворечиво.

Теорема Гёделя о полноте устанавливает эквивалентность семантической и синтаксической точек зрения:

Во всяком исчислении предикатов первого порядка теоремами являются все те и только те формулы, которые логически общезначимы.

Итак, мы определили язык исчисления предикатов первого порядка для записи утверждений, являющихся исходными данными $\{D_1, \dots, D_n\}$, и утверждения B , справедливость которого следует установить. Справедливость утверждения B сводится к доказательству того, что формула $((D_1 \wedge \dots \wedge D_n) \rightarrow B)$ является общезначимой (т. е. является теоремой).

Для определения невыполнимости и выводимости формулы ее удобно представить в виде **дизъюнктов (предложений)**. Всякую формулу определения понятия истины можно представить в виде дизъюнктов, применив к ней последовательность приведенных ниже простых операций.

1. Переименование переменных. Выполняется такая замена переменных, что все переменные, связанные кванторами, становятся различными. Например, $\forall xR(x) \vee \forall xS(x)$ переписывается в виде $\forall xR(x) \vee \forall yS(y)$.

2. Исключение знака импликации. Всякий раз, когда встречается \rightarrow , делается замена $(A \rightarrow B)$ на $((\sim A) \vee B)$.

3. Уменьшение области действия связки \sim . Везде, где возможно, делаются замены:

Заменяется $\sim \sim A$ на A .

Заменяется $\sim(A \vee B)$ на $\sim A \wedge \sim B$.

Заменяется $\sim(A \wedge B)$ на $\sim A \vee \sim B$.

Заменяется $\sim(\forall x A)$ на $\exists x(\sim A)$.

Заменяется $\sim(\exists x A)$ на $\forall x(\sim A)$.

В конце концов получается формула, где связка встречается непосредственно перед атомной формулой.

4. Исключение кванторов существования. Вычеркиваются поочередно кванторы существования. При этом каждая переменная y , связанная квантором существования, заменяется на $g(x_1, \dots, x_m)$, где g — символ новой (отличной от имеющихся в формуле) функции, а x_1, \dots, x_m — все переменные, встречающиеся в кванторах всеобщности, области действия которых содержат вычеркиваемый квантор сущест-

ования. Если таких переменных нет, то $у$ заменяется на новую константу.

5. Приведение к предваренной нормальной форме. Все кванторы общности переносятся влево в начало формулы, так что формула принимает вид $\forall x_1 \forall x_2 \dots \forall x_n A$, где A не содержит кванторов.

6. Приведение к конъюнктивной нормальной форме. Приведение осуществляется заменой, пока это возможно, $(A \wedge B) \vee C$ на $(A \vee C) \wedge (B \vee C)$.

В результате применения шагов 1—6 получаем выражение

$$\forall x_1 \forall x_2 \dots \forall x_n (A_1 \wedge \dots \wedge A_n),$$

где A_i имеет вид $(l'_1 \vee \dots \vee l'_r)$, а l'_j есть атомная формула или ее отрицание. Атомную формулу или ее отрицание будем называть *литерой*. Если A — атомная формула, то литеры A и $\sim A$ будем называть *дополнительными (комплементарными) литерами*.

7. Исключение кванторов всеобщности. Так как все переменные связаны кванторами всеобщности, а порядок расположения кванторов безразличен, то не будем указывать кванторы явным образом. Будем называть этот вид представления бескванторной нормальной формой.

8. Исключение связок \wedge . Исключаем связку \wedge , заменяя $A \wedge B$ на две формулы A, B . В результате многократной замены получим множество формул, каждая из которых представляет собой дизъюнкцию литер, называемую *предложением (дизъюнктом)*.

Исходное множество формул A является невыполнимым тогда и только тогда, когда невыполнимо множество A' , полученное из A применением указанных восьми операций.

Рассмотрим теперь процесс поиска доказательства. Покажем, что он может быть представлен в виде поиска пути на графе специального вида, называемом *графом доказательства определений понятий истин*. Задача доказательства начинается с непустого исходного множества формул B_0 и множества правил вывода R . Если $\varphi \in R$, а B есть некоторое множество формул, то $\varphi(B)$ есть множество выводимых формул. $\varphi(B) = \emptyset$, если φ не применимо к B . В частности, $\varphi(B) = \emptyset$, если B не является конечным. Пусть B^* будет множество всех формул, которые могут быть выведены из B_0 повторным применением правил из R . Тогда каждое $\varphi \in R$ есть функция $\varphi: 2^{B^*} \rightarrow 2^{B^*}$, определенная на подмножествах B^* и принимающая в качестве значений подмножества B^* . Каждой формуле $C \in B^*$ может быть присвоен уровень: если $C \in B_0$, то C присваивается нулевой уровень, в противном случае $C \in \varphi(B)$ для некоторого $\varphi \in R$, и для

некоторого $B \subseteq B^*$ уровень C на единицу больше, чем уровень некоторой формулы $D \in B$, имеющей максимальный уровень в B . Если B_i есть множество всех формул уровня i , то $B^* = \bigcup_i B_i$. Формула

$C \in B^*$ может иметь несколько различных выводов, поэтому формула C может иметь несколько уровней. Так как $\varphi(B) \neq \emptyset$, только если B является конечным, то множество формул, которые встречаются в данном выводе формулы $C \in B^*$, всегда является конечным.

Итак, задача доказательства утверждения для тройки (B_0, R, F) , $F \subseteq B^*$ (где F — множество терминальных формул) состоит в генерировании с помощью некоторой стратегии формирования \sum формулы утверждения $C^* \in F$ повторным применением правил из R , начиная с формул в B_0 .

Тройка (B_0, R, F) определяет направленный граф, чьи вершины являются формулами $C \in B^*$. C' является непосредственным приемником C (т. е. C' связано с C дугой, направленной из C в C'), если для некоторого $B \subseteq B^*$ и $\varphi \in R$ $C \in B$ и $C' \in \varphi(B)$. Как уже было отмечено выше, формула C может иметь несколько выводов, т. е. несколько путей в графе, определяемом тройкой (B_0, R, F) . Удобно представлять единственную вершину d как различные вершины n_2, \dots, \dots, n_k в некотором графе (называемом квазидеревом), если вершина d может быть получена различными путями из начальной вершины a . Такое взаимно однозначное соответствие между вершинами и выводами (путями) позволяет рассматривать число вершин, генерированных стратегией \sum в ходе вывода, как меру эффективности \sum для данной задачи.

Определим теперь понятие *абстрактного графа доказательства определений понятий истин* (G, s) , который может быть интерпретирован как рассмотренная нами выше задача доказательства определений (B_0, R) пометкой вершин $n \in G$ метящей функцией $s: G \rightarrow R^*$ и рассмотрением каждого применения функции s к подмножеству $G' \subseteq G$ как применения функции $\varphi \in R$ к подмножеству $\{c(n)/n \in G'\}$. Абстрактный граф доказательства определений понятий истин есть пара (G, s) , где G — множество вершин, а $s: 2^G \rightarrow 2^G$ есть функция преобразования, определенная на подмножествах G и принимающая в качестве значений подмножества G .

G и s удовлетворяют следующим условиям:

1. $s(\emptyset) = \emptyset$.
2. Если $s(G') \neq \emptyset$, то G' является конечным множеством.

3. Если $G' \neq G''$, то $s(G') \cap s(G'') = \emptyset$.

4. Пусть $G_0 = \{n \in G \mid n \notin s(G') \text{ для любого } G' \subseteq G\}$, $G_{k+1} = \{n \in G \mid n \in s(G') \text{ для некоторого } G \subseteq \bigcup_{i < k} G_i, G' \cap G_k \neq \emptyset\}$.

Тогда

а) $G_0 \neq \emptyset$.

б) $G = \bigcup_{0 \leq i} G_i$.

в) $G_i \cap G_j \neq \emptyset$ для $i \neq j$.

Условие 3 утверждает, что различным множествам вершин соответствуют различные множества преемников. Именно это условие обеспечивает то, что граф (G, s) является квазидеревом. Условие 4 определяет, что в графе (G, s) каждой вершине $n \in G$ может быть присвоен единственный уровень i , т. е. $n \in G_i$ и $n \notin G_j$ для всех $i \neq j$. Если (B_0, R) является интерпретацией (G, s) с метящей функцией $c: G \rightarrow B^*$, то $B_i = \{c(n) \mid n \in G_i\}$ есть множество помеченных вершин уровня i . Условие 3 гарантирует, что для каждой формулы $C \in B^*$ и для каждого вывода C из B_0 существует своя вершина $n \in G$ такая, что $C = c(n)$.

Отметим, что не требуется конечность множеств G_0 и B_0 . Это позволяет иметь дело со схемами аксиом и потенциально бесконечными множествами начальных вершин G_0 .

Функции преемствования s графа (G, s) определяет частичное упорядочение вершин в графе G : n' есть непосредственный преемник n (а n есть непосредственный предшественник n'), если $n' \in s(G')$ и $n \in G'$ для некоторого $G' \subseteq G$. Вершина n' есть преемник n (n — предшественник n') и обозначается $n' > n$, если n' есть непосредственный преемник n или если n' есть преемник непосредственного преемника n . Будем записывать $n \leq n'$, если $n < n'$ или $n = n'$. Определение графа (G, s) гарантирует, что для всех $n \in G$ множество $\{n' \mid n' \leq n\}$ является конечным, хотя множество $\{n' \mid n' \geq n\}$ может быть бесконечным. Заметим, что в интерпретации графа (G, s) вывод формулы $c(n)$ состоит из всех формул $c(n')$, где $n' \leq n$. Каждый такой вывод содержит конечное количество формул $c(n')$.

На рис. 10.9 приведен пример графа (G, s) .

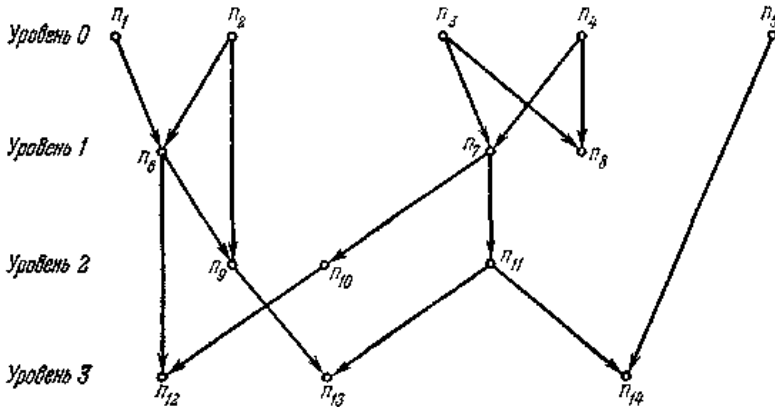


Рис. 10.9. Абстрактный граф доказательства определений понятий истин.

Вершины графа представляются точками, а точки n и n' связываются дугой, направленной от n к n' , если n' — непосредственный преемник n . Удобно изображать эти графы направленными вниз так, что n лежит выше n' . Для того чтобы определить на рис. 10.9, принадлежит ли n множеству $s(G')$, достаточно проверить, что G' есть множество всех тех вершин, которые связаны с n дугой, направленной к n' . Так, в приведенном примере

$$\begin{aligned} s(n_1, n_2) &= \{n_6\}, \\ s(n_2, n_6) &= \{n_9\}, \\ s(n_2, n_4) &= \{n_7, n_8\}, \\ s(n_7) &= \{n_{10}, n_{11}\}, \\ s(n_2) &= s(n_5) = s(n_8) = s(n_1, n_2, n_6) = \Phi. \end{aligned}$$

Абстрактная задача доказательства определений понятий истин может быть представлена в виде четверки $P=(G, s, F, g)$, где $F \subseteq G$ является множеством терминальных (решающих) вершин для P , и g есть некоторая оценка, выражающая меру сложности вывода. Далее мы приведем конкретные алгоритмы поиска и правила вывода, интерпретирующие абстрактную задачу доказательства определений понятий истин.

10.5.1. Применение метода доказательства определений понятий истин.

К представлению истин в виде доказательства определений понятий истин может быть сведен очень широкий круг задач. Это представление истин позволяет не только отвечать на вопрос, следует ли логически определение (формула) C из некоторого множества D_1, \dots, D_n определений понятий истин. Он позволяет отвечать на вопрос, следует ли из исходного множества определений понятий истин определение $(\exists xC(x))$, и если следует, то каково то частное значение переменной x , при котором это имеет место. Умение строить удовлетворяющие частные случаи для переменной, относящейся к квантору существования, позволяет ставить довольно общие вопросы. Например, мы могли бы задаться вопросом: «Существует ли такая последовательность действий программы для случая игры в шахматы, которая приводит к ее победе?» Следует, однако, помнить, что сложные вопросы могут привести к доказательствам настолько сложным, что при быстроедействиях существующих вычислительных машин и ограниченном времени решения эти доказательства не будут найдены. Кроме того, надо не забывать о полуразрешимости исчисления предикатов.

Метод доказательства определений понятий истин может быть использован в сочетании с другими подходами. Рассмотрим применение метода доказательства определений понятий истин для решения задач в пространстве состояний истин. Будем описывать состояния истин в виде правильно построенных формул (ппф) исчисления предикатов. При этом операторами являются преобразования, заменяющие одно множество формул другим (например, «список вычеркиваний» и «список добавлений»). Множество состояний истин, к которым применим данный оператор, задается с помощью предусловий, также записанных в виде ппф. В такой системе методы доказательства определений понятий истин можно использовать для проверки выполнения условий достижения цели и условий применимости операторов.

Возможна некоторая модификация описанного метода, используемая в вопросно-ответной системе. В предыдущем способе преобразования, выполняемые операторами, отображают одни множества формул в другие. Но эти преобразования совершаются независимо от системы логического вывода в исчислении предикатов. Включения действия оператора в рамки формализма исчисления предикатов можно добиться путем введения в каждый предикат термина состояния, указывающего состояние, к которому предикат применим. При такой

формулировке операторы рассматриваются как функции, отображающие одно состояние в другое, а их действия выражаются в виде дополнительных аксиом, которые можно объединить с формулами, описывающими начальное состояние. Так значением оператора $f(s)$ будет новое состояние, возникающее в результате применения оператора f к состоянию s .

Если наша цель состоит в создании состояния s , удовлетворяющего некоторой целевой формуле $B(s)$, то эту задачу можно решить формально, найдя доказательство для формулы $\exists sB(s)$ и определив частное значение переменной s . Ответ будет содержать выражение для целевого состояния в форме композиции операторных функций.

Приведем пример, поясняющий суть данного подхода. Пусть некоторое состояние S в мире истин (R) описывается следующим фактом:

$F1$: $At(R, A, s_0)$ — объект (истина) находится в точке A в состоянии s_0 и объект (истина) умеет выполнять следующее действие (оператор):

$f1$: объект (истина) перемещается из точки x в точку y .

Основной эффект применения оператора $f1$ можно описать с помощью формулы

$$\forall x \forall y \forall s (At(R, x, s) \rightarrow At(R, y, f1(x, y, s))),$$

означающей, что для всех s , x и y , если объект (истина) находится в точке x в состоянии s , то в состоянии, возникающем в результате применения оператора $f1$ к состоянию s , объект (истина) окажется в точке y .

Цель задачи состоит в определении последовательности действий, переводящих объект (истину) из точки A в точку C , т. е. в доказательстве истинности формулы: $(\exists s (At(R, C, s)))$.

Очевидно, что решение получается непосредственно из $F1$ и $f1$, так что результирующее состояние $s = f1(A, C, s_0)$.

10.6. Обобщенные декларативные методы представления истин

В предыдущих параграфах мы описали представления задач, сформулированных в виде эвристического поиска, и задач доказательства теорем (утверждений, формул). При этом задачи эвристического поиска рассматривались нами в продукционной и редуccionной системах. В первой из них решение сводится к поиску решающего пути в графе пространства состояний истин, причем поиск может осуществляться от начальных состояний истин к конечным (однаправленный поиск) или (в случае явного задания целевых

состояний истин) одновременно от начальных состояний истин к конечным и от конечных к начальным с замыканием общего решающего пути в одном из промежуточных состояний истин (двунаправленный поиск).

В редуccionной системе решение сводится к поиску решающего графа в пространстве описаний множества подзадач и последующей композиции решения задачи из решений образующих ее подзадач.

Наконец, в задаче доказательства теорем решение сводится к выводу целевого высказывания из исходного множества аксиом на основе правил вывода.

Интуитивно ощущается, что, несмотря на столь различные внешне постановки задач, поиск решения, особенно при однотипном задании механизма управления поиском, осуществляется в графах, определяющих один и тот же класс пространств поиска. Выявление общих закономерностей пространств поиска представляет значительный интерес как с точки зрения более глубокого понимания процессов решения задач в декларативных представлениях истин и взаимосвязей между различными формализациями, так и с точки зрения построения единого формализма решения задач, из которого могут быть выведены частные декларативные представления истин определения.

В настоящем параграфе изложим ряд основных предпосылок и идей построения обобщенных представлений истин и одну, кажущуюся нам наиболее плодотворной постановку задачи в таком представлении истины.

Прежде всего, процессы поиска в пропозициональных графах и графах доказательства представления истин (ГДПИ) работают в прямо противоположных направлениях. Действительно, в ГДПИ мы начинаем с задания множества аксиом (заведомо разрешимых задач) и на каждом шаге последовательно наращиваем это множество выведенными на этом шаге представлениями истин до тех пор, пока не выведем целевое представление истины (высказывание).

В пропозициональных графах процесс происходит обратным образом. Мы начинаем с задачи, которую следует решить (целевое представление истины), и на каждом шаге выводим из построенного к этому моменту множества подзадач альтернативные совокупности подзадач этих подзадач. Решение будет получено, когда множество подзадач будет полностью состоять из заведомо разрешимых задач (аксиом).

Пусть нам дана задача T , причем ее решение в системе редуccion выгядит словесно следующим образом: «задача T может быть решена, если решены подзадачи A и B или подзадачи B и C , подзадача A

решается, если решается подзадача D , подзадача B решается, если решаются подзадачи E, F или подзадача G , подзадача C решается, если решается подзадача G, D, E, F, G — разрешимые подзадачи».

Соответствующее представление истины в виде пропозиционального дерева приведено на рис. 10.10, *а*. Все различные вхождения одной и той же подзадачи представлены различными вершинами (по определению дерева).

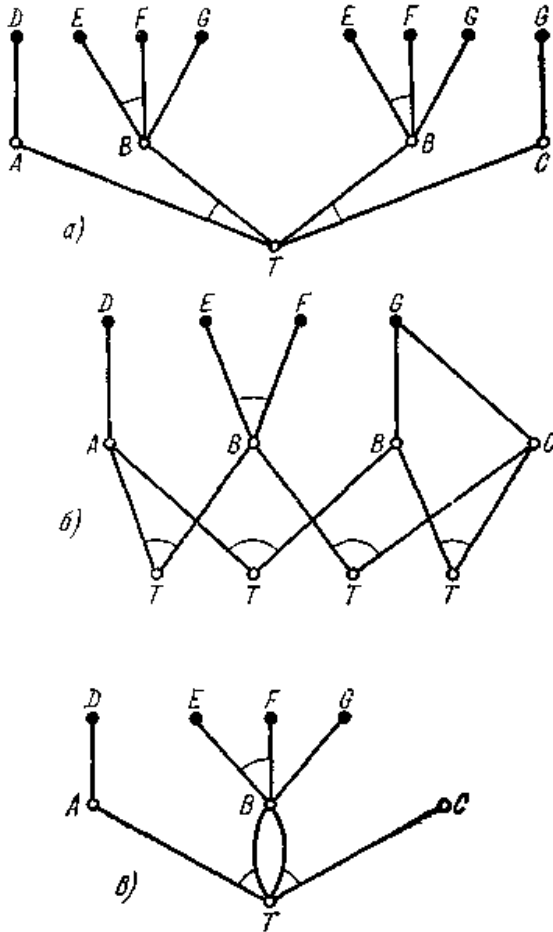


Рис. 10.10. Представление задачи T в виде пропозиционального дерева (а), графа доказательств высказываний (теорем) (б) и графа вывода (в).

Та же задача с помощью доказательства теорем (высказываний) решалась бы следующим образом: «даны аксиомы D, E, F и G , из D выводится A , из E и F выводится B , из G выводится B , из G выводится C , из A и B выводится T , из A и B выводится T , из B и C выводится T , из B и C выводится T ». Соответствующее представление истины в виде ГДПИ приведено на рис. 10.10, б. И здесь различным вхождением одного и того же высказывания соответствуют различные вершины.

Представлениях истин (рис 10.10, а и 10.10, б) одного и того же решения одной и той же задачи различны. Однако переинтерпретируем эти представления истин таким образом, чтобы высказыванию (представлению истины) соответствовала вершина графа, а различным способам ее вывода (образования ее как подзадачи) соответствовали различные дуги, инцидентные этой вершине. На рис. 10.10, в приведено такое представление истины, являющееся единым для обоих исходных представлениях истин.

Теперь решение задачи T сводится к поиску некоторого решающего подграфа в графе вида, представленного на рис. 10.10, в. Мы можем скомбинировать оба направления поиска (от аксиом к цели и от задачи к разрешимым подзадачам) в единый двунаправленный процесс с окончанием в «точке встречи». Далее, если разрешить выводы только из одной посылки (в направлении сверху вниз на рис. 10.10, б) или исключить использование конъюнктивных вершин (в направлении снизу вверх на рис. 10.10, б), то частным случаем этого графа будет граф в пространстве состояний истин. Поиск решающего подграфа в таком вырожденном графе сводится к поиску решающего пути. Таким образом, мы получаем граф в пространстве состояний истин как частный случай нашего графа. В этом вырожденном графе мы можем осуществить как однонаправленный, так и двунаправленный поиск.

Прежде чем перейти к формальному определению графа в обобщенном декларативном представлении истины, необходимо упомянуть еще об одном обобщении, получаемом введением указанного графа. Как в редуccionных, так и в продукционных системах представления истин мы отождествляли вершины графа с состояниями (описаниями подзадач), а его дуги с операторами, преобразующими одни состояния в другие. Построение графа в обобщенном представлении истины позволяет ввести несколько другую интерпретацию. Мы будем рассматривать системы, в которых задается начальное множество состояний истин $S_0 \subseteq S$ и начальное множество операторов $F_0 \subseteq F$. Результатом акта вывода (S_i, F_j) , $S_i \subseteq S$, $F_j \subseteq F$, если он определен, может быть либо $s \in S$, либо $f \in F$. Другими словами, мы допускаем, что некоторые из операторов могут отождествляться с вершинами

графа, а множество операторов не является фиксированным, а наращивается в ходе решения задачи.

Назовем граф вида, представленного на рис. 10.10, *в*, *графом вывода* и введем некоторые формальные фрагменты определения, касающиеся этого графа.

Мы определяем граф вывода как пару (S, F) , где S — множество вершин, отождествляемых с высказываниями, $F: 2^S \rightarrow S$ — функция следования, отображающая множество вершин в одну вершину. Эту функцию мы назовем *оператором вывода*.

Пусть S — высказывание, следующее непосредственно из конечного числа n высказываний S_1, S_2, \dots, S_n , путем применения одного оператора вывода. Высказывание S связано с каждым из $S_i, i=1, 2, \dots, n$, дугой, образуя *конъюнктивный пучок*. S_i, S_2, \dots, S_n называются *посылками*, S — *заключением*. Посылки, заключение и связывающий их конъюнктивный пучок образуют один *акт вывода*.

В частности, мы рассматриваем каждую аксиому S_0 как один акт вывода с пустым множеством посылок и заключением S_0 . *Выводом D* назовем конечное множество высказываний и связывающих их актов вывода такое, что

- 1) Каждое $S \in D$ принадлежит по крайней мере одному акту вывода в D .
- 2) Точно одно высказывание $C \in D$ является заключением акта вывода, не являясь посылкой какого-либо акта вывода.
- 3) Каждое высказывание $S \in D$ является заключением не более чем одного акта вывода в D .
- 4) Вывод D не содержит бесконечных ветвей вида $S_1, S_2, \dots, S_n, S_{n+1}, \dots$, где $S_1 \in D, S_{n+1}$ — посылка акта вывода в D , имеющего заключением S_n (т. е. граф вывода не содержит циклов).

Посылками вывода D называются те высказывания из D , которые не являются заключениями какого-либо из актов вывода, принадлежащих D . *Заключением вывода D* является $C \in D$. Мы назовем вывод *беспосылочным* (БВ), если у него нет посылок, и *редукционным* (РВ), если заключение этого вывода — данное целевое высказывание. *Решающим выводом* будем называть беспосылочный редукционный вывод, полученный поиском одновременно в двух направлениях.

Итак, во введенном формализме решение задачи сводится к *поиску решающего вывода в графе вывода*. При этом последовательно образующиеся в процессе решения БВ порождают граф доказательства высказываний (теорем), а РВ — пропозициональный граф. Граф пространства состояний порождается выводами, акты которых содержали бы не более одной посылки.

10.7. Проблема границ в декларативных представлениях истин

Создание и организация информационного контекста, связанного с шагами процесса РЗ представления истин, в значительной степени определяет эффективность этого процесса.

В системах представления истин на применение любых формализмов описания истин накладываются, как обычно, ограничения количественного порядка.

Предположим, что в поисках плана решения задачи представления истины разработчик имеет в своем распоряжении в среднем 6 операторов, применимых и эвристически обоснованных в каждом состоянии (формуле) истины; предположим, что типичная задача представления истины решается последовательностью из 4 операторов. Тогда поисковое дерево будет иметь около $6^4 \approx 1300$ вершин (мы включаем сюда возможность хранения альтернативных планов). Будем считать, что разработчик представления истин в среде умеренной сложности. Тогда для полного описания каждого состояния истины может потребоваться хранение около 1000 элементарных фактов, касающихся местоположения всех истин (предметов) и их признаков, указания всех отношений между ними и т. д. Оказывается, что только для описания всех состояний в поисковом дереве требуется хранить свыше миллиона фактов! А поскольку каждый факт сам представляет из себя сложную списочную структуру, то становится ясным, что проблема сокращения числа обрабатываемых описаний состояний истин становится весьма острой. Очевидно, что каждое действие, совершаемое оператором, вызывает изменения лишь в небольшом подмножестве множества фактов. Казалось бы, что каждому состоянию или действию можно сопоставить список лишь изменяющихся фактов, а остальные факты могут храниться в общей базе данных истин в течение всего процесса решения задач. Однако следующий элементарный пример покажет принципиальные трудности сокращения числа обрабатываемых в ходе РЗ описаний и позволит нам сформулировать *проблему границ*.

Пусть некоторое состояние S в мире истины (например, робота) описывается следующими фактами:

- $F1$: робот находится в позиции A ;
- $F2$: ящик $B1$ находится в позиции B ;
- $F3$: ящик $B2$ находится на ящике $B1$;
- $F4$: допустимые позиции — $\{A, B, C, D\}$,

и робот умеет производить следующие действия (множество операторов):

$f1$: робот идет из x в y ;

$f2$: робот толкает $B1$ из x в y , $x, y \in \{A, B, C, D\}$.

Рассмотрим две задачи:

$P1$: робот должен быть в C ;

$P2$: ящик $B1$ должен быть в C .

Очевидно, что задача $P1$ решается с помощью оператора $f1$, причем после решения этой задачи факты $F2, F3, F4$ остаются неизменными, а $F1$ меняется на

$F1'$: робот находится в позиции C .

Задача $P2$ решается с помощью $f2$, причем меняются факты $F1$ и $F2$, в то время как $F3$ и $F4$ остаются неизменными.

$F1''$: робот находится в позиции C ;

$F2''$: ящик $B1$ находится в позиции C .

Возникает вопрос, каким образом сократить описание новых состояний $S' = \{F1', F2, F3, F4\}$, $S'' = \{F1'', F2'', F3, F4\}$.

Казалось бы, что сокращение может быть достигнуто введением специальных процедур типа

$A1$: определить меняющиеся факты сопоставлением условий задачи описанию состояния S .

Такая процедура могла бы определить, что в первой задаче должен измениться только тот факт, который относится к местоположению робота. Но в процессе состояния плана решения $P1$ робот может выяснить, что на кратчайшем пути в позицию C стоит ящик $B1$ и лучшим решением, чем обход ящика, является решение $f2$. При этом условия задачи выполняются, но процедура $A1$ терпит неудачу.

Может показаться, что следует привязать изменяющиеся факты к описанию операторов введением, например, процедуры

$A2$: указать факты, изменяющиеся каждым оператором.

Тогда, если задачу, будь то $P1$ или $P2$, решает оператор $f2$, то системе было бы указано, что надо менять факты, связанные с положением робота и $B1$, т. е. $F1$ и $F2$. Однако процедура $A2$ потерпела бы неудачу, если бы в множестве фактов в состоянии S присутствовал хотя бы один факт, выведенный из других фактов. Например, из $F2$ и $F3$ можно вывести

$F5$: ящик $B2$ в положении B ,

и этот факт не изменится процедурой $A2$, хотя после $f2$ $B2$ будет в C .

До сих пор мы рассматривали однооператорные решения задач. Если же рассмотреть задачу

$P3$: робот должен быть в D , и $B2$ должен быть в C ,

то легко видеть, что для решения этой задачи решатель должен на каждом шаге решения иметь доступ ко всему множеству фактов, включая выведенные следствия.

Можно привести более яркий своей кажущейся абсурдностью пример серьезности проблемы полных описаний состояний истин. Для того чтобы человек p вступил в телефонный разговор с человеком q , казалось бы, достаточно, чтобы p нашел номер телефона q в телефонной книге и набрал этот номер. Решатель задач, построивший такой план, потерпел бы неудачу в случае, если

- страница с номером телефона q вырвана,
- человек p слепой,
- кто-то залил чернилами нужный номер,
- телефонная компания сделала ошибки в коммутации,
- телефон q не значится в телефонной книге,
- телефонная линия в этот момент неисправна,
- человек p потерял голос и т. д.

Для учета всех этих возможностей формальной системе представления истин должны быть заданы дополнительные факты или условия, исключающие неопределенность ситуации, однако предугадать все возможности практически невозможно.

Теперь мы можем сформулировать *проблему границ* в достаточно общем виде.

Необходимо, чтобы решатель задач, имея полное описание состояний истин, мог разграничить (отсюда название проблемы) факты, которые должны изменяться в результате некоторого действия, от фактов, которые остаются неизменными в результате этого действия, и делал бы это эффективно с эвристической точки зрения.

В более общих терминах, решатель задач должен, имея эпистемологически полное представление о фактах в системе представления истин, обладать эвристически эффективной способностью выделять минимально необходимое подмножество фактов, имеющих отношение к текущей стадии решения задачи, оставляя прочие факты без внимания.

Формально проблема границ может быть представлена следующим образом.

Допустим, что s_1 и s_2 — различные состояния истин, причем $s_2 = \text{apply}(f, s_1)$, функция apply означает «применить оператор f к состоянию s_1 ». Мы могли бы описать результат действия оператора f как

$$A(s_1) \rightarrow B(\text{apply}(f, s_1)), \quad (10.17)$$

где A и B — множества измененных и новых фактов соответственно, представляющие некоторые короткие выражения истины. Однако если мы должны указать все факты, которые, будучи истинными в состоянии s_1 , не изменились в состоянии s_2 , и если множество таких фактов $F = \{F_i / i = 1, 2, \dots, n\}$, то результат $\text{apply}(f, s_1)$ может быть записан в виде

$$\bigwedge_{i=1}^n F_i(s_1) \wedge A(s_1) \rightarrow \bigwedge_{i=1}^n F_i(\text{apply}(f, s_1)) \wedge B(\text{apply}(f, s_1)), \quad (10.18)$$

где n может быть весьма большим.

Таким образом, мы получаем длинные выражения законов действия истин в пространстве S . Решение проблемы границ — замена (10.18) на (10.17).

Прежде чем описать основные подходы к решению проблемы границ, укажем некоторые ее особенности.

Следует отметить принципиальный и количественный аспекты проблемы границ. Принципиальный характер проблемы подтверждается следующими аргументами:

1. В любой системе представления истин всегда будет стоять задача приведения в соответствие *растущих знаний* и уменьшающейся из-за роста количества фактов *эвристической эффективности*. Мы должны решить задачу разумной организации системы знаний или, другими словами, четко разграничить области знания, относящиеся к классам действий, а также пути воздействия последних на изменение сложного мира. Ясно, что проблема границ представляет собой лишь частный случай этой общей задачи.

2. В любой системе представления истин запись действий в виде (10.17) не дает нам гарантии, что эта запись представления истины является адекватной раз и навсегда. Истинность того или иного факта может зависеть не только от его связи с тем или иным действием непосредственно, но и от более детального анализа обновляющейся совокупности фактов. Иными словами, часто истинность факта сможет быть установлена лишь в результате длинной цепи рассуждений. Конечно, «лобовым» решением этой задачи был бы полный вывод всех возможных следствий множества фактов в каждом из состояний истины. Тем не менее мы относим эту проблему к принципиальному аспекту хотя бы потому, что множество таких следствий может быть бесконечным.

3. Особую сложность проблема границ представляет для систем представления истин, функционирующих в *динамическом пространстве*, т. е. в пространстве, где действия могут не только

исходить от системы, но и быть независимыми от нее. В этом случае результаты действия, записанные в виде (10.18), могут потерять свою истинность, как только на множестве S определяется новый предикат (в результате независимого действия).

Существующие подходы к решению проблемы границ в основном касаются количественного аспекта этой проблемы, т. е. выделения минимального списка фактов, относящихся к тем или иным действиям. Краткий обзор этих подходов мы начнем с изложения идеи *метода границ*. **Граница представляет классификацию фактов**, независимую в том смысле, что некоторое действие может изменять факты, относящиеся только к одному классу, не меня остальных. К сожалению, если такая классификация и может быть получена, то она будет весьма грубой для всех практически важных задач представления истин. Идея такой классификации развита дальше в ряде работ. Каждому действию соответствует некоторое малое множество фактов, на которые это действие прямо влияет. Мы не можем предполагать, что все остальные факты остаются неизменными, потому что они могут быть соединены длинными причинно-следственными цепями с изменяющимися фактами. Обозначим бинарное отношение причинной связи через R . Тогда aRb означает, что некоторый факт a будет изменяться, если будет изменяться причинно-связанный с ними факт b . Если мы можем доказать, что $\sim(aRb)$, то это означает, что никакие изменения b не вызывают изменений в a . Теперь при выполнении некоторого действия достаточно проверить, что a не связано причинной связью ни с одним из фактов, изменяемых действием.

Этот подход предполагает, что изменения в пространстве истин не происходят спонтанно и что имеется только один источник действия. Это обстоятельство вызывает сомнение в том, что метод границ без привлечения новых средств сможет разрешить принципиальные аспекты проблемы границ. Что касается количественного аспекта, то этот метод вряд ли может быть использован в сколько-нибудь сложном решателе, поскольку неизменность большого количества фактов должна передоказываться в каждом состоянии истины, что ничем по существу не отличается от обработки полных описаний состояний истин. Одним из возможных направлений развития этого метода является введение модальностей в логику первого и высших порядков, совокупно, хотя и приближенно, описывающих причинные отношения между фактами в пространстве истин. Однако это направление находится на стадии постановки, и требуется детальное исследование его возможностей, прежде чем можно будет перейти к его практической реализации.

Идейно близко к методу границ и другое направление, основанное на анализе непротиворечивости, — *метод контрфактов*, или выявления нереальных ситуаций. Идея метода заключается в том, что после выполнения действия все факты, которые были истинными в состоянии s_1 , считаются истинными и в состоянии $\text{apply}(f, s_1)$. После этого множество фактов должно быть проверено на непротиворечивость. Противоречивые факты отбрасываются. Недостаток этого метода заключается в трудности определения, какие из фактов приводят к обнаруженному противоречию. Кроме того, с количественной точки зрения этот метод в чистом виде, по-видимому, не дает никакого выигрыша в сравнении с методом границ. Метод границ является важной концептуальной основой для развития более близких к практическим целям методов.

Рассмотрим особенности решения проблемы границы для представления истин в исчислении предикатов первого порядка с использованием термов состояний (10.5.4). Трудность ее решения заключается в том, что если в состоянии s_0 нам был известен факт $F2$: $\text{At}(B1, B, s_0)$ — ящик $B1$ находится в B , то неизвестно, где находится $B1$ в состоянии s . Этот факт должен устанавливаться в явной форме, т. е. введением дополнительной аксиомы (сравните неудачу процедуры $A1$):

$$(\forall x) (\forall y) (\forall u) (\forall v) (\forall s) [\text{At}(x, y, s) \wedge \wedge x \neq \text{Robot} \rightarrow \text{At}(x, y, f1(u, v, s))], \quad (10.19)$$

т. е. «положение объекта x останется неизменным после того, как робот перейдет из u в v ».

Таким образом, нам нужны дополнительные аксиомы о том, что все факты, которые не изменяются в результате действия, действительно не изменяются.

Аксиома (10.19) работает и для факта типа $F5$. Однако если бы мы решили задачу $P2$, необходимо было бы передоказать истинность этого факта.

Таким образом, после каждого действия необходимо передоказывать истинность всего множества неизменяемых фактов, что сводит практическую ценность этого метода к нулю для задач, содержащих большие множества фактов.

Наиболее разработанным в практическом отношении методом решения проблемы границ в декларативных представлениях истин является *метод контекстов и контекстных графов* применительно к использованию исчисления предикатов для решения задач в пространстве состояний (п. 10.5.4).

Пусть на множестве состояний S определены предикаты P_i . Множество состояний $S_j \subseteq S$, для которых $P_i[S_j]=P_{ij}$ истинен, называется *контекстом, определяемым предикатом P_{ij}* . Например, факт $F1$ определяет контекст, удовлетворяющий предикату $At(Robot, A)$, т. е. множество состояний, в которых робот находится в A . Далее, предикат $At(x, y)$ определяет семейство контекстов, т. е. семейство множеств состояний, для которых объект x помещен в y (x, y — параметры). *Оператор* состоит из *наименования оператора, списка параметров* и двух специальных предикатов — *предиката предусловий K* и *предиката результатов R* . Так, оператор $f1$ из примера в начале параграфа будет представлен следующим образом:

$$\left. \begin{array}{l} f1(x, y), \\ K: At(Robot, x) \\ R: At(Robot, y) \end{array} \right\} \quad (10.20)$$

где $f1$ — наименование оператора, (x, y) — список параметров, $At(Robot, x)$ — предикат предусловий, $At(Robot, y)$ — предикат результатов.

Когда оператор применяется к контексту, т. е. в нашем примере к множеству состояний, удовлетворяющих $At(Robot, x)$, он вычеркивает предусловия из списка фактов и добавляет результаты в список фактов, соответствующий состоянию. При этом изменяется контекст, т. е. производится переход в состояния, удовлетворяющие $At(Robot, y)$. Факты, не удовлетворяющие $At(Robot, x)$, т. е. контекст, определяемый $\sim At(Robot, x)$, не изменяются.

Таким образом, каждый факт, выраженный в форме логического выражения, хранится в системе представления истин однократно, однако необходимо сохранение истории преобразования контекстов, в которых он добавлялся или вычеркивался. Для этой цели служит *контекстный граф*, вершины которого соответствуют контекстам, а дуги — операторам, преобразующим один контекст в другой. Пусть I — начальный контекст. В результате применения последовательности операторов $f_1 \circ f_2 \circ \dots \circ f_n(I)$ мы получаем последовательность контекстов $C_1, C_2, \dots, C_n=G$ (G — целевой контекст). В общем случае графу поиска решения будет соответствовать контекстный граф. Отношение между контекстным графом и поисковым графом иллюстрируется рис. 10.11, где граф (рис. 10.11, а) отражает поиск пути из A в E , а граф (рис. 10.11, б) — соответствующий ему контекстный граф.

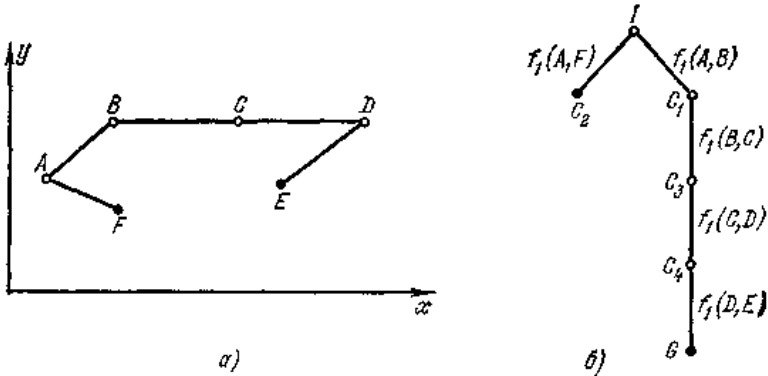


Рис. 10.11. Граф поиска пути из A в E (а) и соответствующий ему контекстный граф (б).

Основной недостаток метода заключается в том, что он не в состоянии прямым путем решить проблему границ для выведенных фактов типа $F5$. Поэтому в принципе все выведенные факты (они определяются чисто синтаксически) должны передоказываться в каждом новом состоянии.

В заключение мы вынуждены констатировать, что в настоящее время не предложено метода (а возможно, что его и нет), который решал бы в общем виде проблему границ в декларативном представлении истин. Заметим, что эта проблема сравнительно легко, во всяком случае в количественном аспекте, решается в процедуральных представлениях истин (п. 10.8.7).

10.8. Процедуральные представления ИСТИН

10.8.1. Общие характеристики ПОЯ.

Основными характеристиками, отличающими ПОЯ от обычных языков программирования, являются:

- 1) Наличие выразительных средств и соответствующих механизмов для ассоциативного поиска и извлечения необходимой в данный момент информации из базы данных.
- 2) Вызов процедур представления истин указанием цели, которая должна быть достигнута, а не по имени.

3) Наличие механизма индикации успеха и неудачи в достижении цели представления истин, позволяющего автоматически вернуться к точке ветвления процесса представления истин, явившейся причиной неудачи, и автоматически исследовать другие альтернативы.

С точки зрения построения решателя задач, работающего в процедуральном представлении истин, эти характеристики являются необходимыми для обеспечения целенаправленного механизма поиска решения.

10.8.2. База данных истин и механизмы сопоставления по образцу.

Мы опишем общие принципы организации базы данных истин и их фрагментов, безотносительные к какому-либо языку.

База данных состоит из выражений (фрагментов описания истины). Каждое выражение обычно содержит *синтаксическую компоненту* и *список свойств истины*, хранящий произвольные свойства, значениями которых могут быть выражения. Список свойств истин обычно содержит *семантическую* и *прагматическую информацию*.

Стандартные *семантические свойства выражений* включают в себя значение параметров выражения, множество равных ему выражений, множество неравных ему выражений, правила вычисления и упрощения.

Прагматические свойства обычно выражают информацию, специфическую для данной задачи вообще или для текущего состояния процесса ее решения. Одним из способов задания прагматических свойств являются так называемые *рекомендации*. Рекомендации указывают на то, какие альтернативы следует испытать (доказать) и в каком порядке, какие методы следует применить в попытке решить задачу, сохраняют историю попыток испытать те или иные способы действия и т. д.

Весьма важным является способ запоминания и извлечения выражений из базы данных. Одним из наиболее распространенных способов организации базы данных является ее построение в виде *дискриминационной сети*, впервые предложенной Фейгенбаумом и развитой впоследствии в работах по GPS.

Дискриминационная сеть представляет граф, каждая вершина которого содержит функцию, извлекающую атомарную часть синтаксической компоненты, и является либо конечной вершиной, содержащей выражение, либо промежуточной, содержащей список дуг, исходящей из этой вершины (дуга является парой атом — дочерняя вершина).

Пусть, например, сеть хранит выражения типа M (MTYPE), $(ABC XY)$, $(FCT XY)$, $(STR ZY)$, $(STR YX)$, где MTYPE, ABC, FCT, STR — произвольные атомарные синтаксические формы. Эта сеть приведена на рис. 10.12.

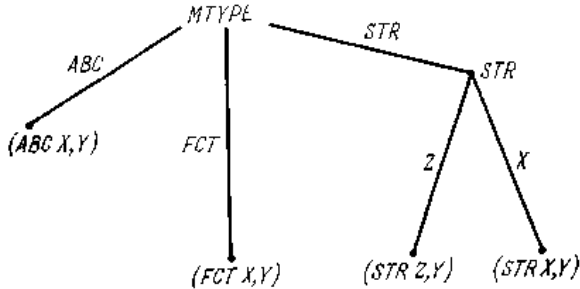


Рис.10.12. Пример дискриминационной сети.

Итак, при входе в сеть извлекается синтаксическая форма корневой вершины, выбирается соответствующая дуга, извлекается синтаксическая форма следующей вершины и т. д., пока либо не будет достигнута конечная вершина, либо не выяснится, что нет подходящей дуги. В последнем случае создается новая конечная вершина, т. е. входное выражение заносится в сеть. При достижении конечной вершины входное выражение α сравнивается с синтаксической компонентой выражения в конечной вершине β .

Если α и β синтаксически идентичны, то сеть не изменяется. Если выражение α , сопоставилось по форме с выражением β , то α заносится в список свойств выражения β (если его там не было). Если же выражение α не сопоставляется по форме с выражением β , то список свойств β просматривается с целью найти там выражения, равные β и сопоставляющиеся по форме с α . В случае успеха α также заносится в список свойств β ; при неудаче к α применяются правила упрощения из списка свойств β и проделываются указанные выше манипуляции. Наконец, если и это заканчивается неудачей, то первое синтаксическое различие между α и β запоминается как **селектор признаков** вновь созданной вершины, от которой проводятся две дуги: одна — к вершине, соответствующей выражению β , и вторая — к новой вершине, созданной для синтаксической формы входного выражения α . Одновременно создается список свойств этого выражения. Образованная синтаксическая форма входного выражения называется

канонической. Заметим, что здесь и далее мы употребляем понятие «форма» в классическом смысле.

Таким образом, каждое выражение хранится в дискриминационной сети только в одном экземпляре, так что свойства выражения автоматически связываются со всеми эквивалентными выражениями.

Связанные переменные не могут использоваться как селектор признаков. Например, выражения $(\text{LAMBDA } (x, y), (x+y) \times (y+1))$ и $(\text{LAMBDA } (u, v), (1+v) \times (v \times u))$ оцениваются как эквивалентные и преобразуются в одну и ту же каноническую форму (с одинаковым списком свойств).

Как указывалось в п. 10.3.2, процедуральное представление истины довольно легко обходит трудности представления отношения равенства в исчислении предикатов первого порядка. Вместо аксиоматизации правил равенства вводятся **разбиения выражений на классы эквивалентных выражений**. На каждом шаге каждое выражение содержит множество логически равных ему на этом шаге выражений. Эти множества для двух выражений будут объединены, если будет доказано или высказано в виде утверждения их равенство. Каждое выражение содержит список всех не равных ему выражений, причем вновь, как только формируется новое выражение о равенстве, эти множества для всех выражений обновляются соответствующим образом. Следовательно, как только утверждение о равенстве вызывает противоречие, это записывается непосредственно.

Рассмотрим вопрос о механизме, с помощью которого в базе данных производится запоминание и извлечение информации. Этим механизмом является *сопоставление по образцу*.

Сопоставление по образцу осуществляется в два шага. На первом шаге производится сопоставление входного выражения α с выражениями в базе данных β . В общем случае каждое из выражений представляет собой *форму произвольной степени сложности*. Эта форма называется *образцом*. Поскольку выражение α является образцом большей степени общности, чем β , выбор выражения β может быть неоднозначным. На втором шаге по результатам сопоставления образцов производится связывание переменных, входящих в сопоставляемые выражения. В случае, если переменные связываются с некоторыми подопределениями, для присвоения переменным значений может потребоваться вычисление этих подопределений. Механизм сопоставления является основой следующих операций над базой данных истин:

1. Композиция выражений. Определяется процедура $\text{comp } (x, y)$, создающая (формирующая) выражение, первый элемент которого есть значение выражения *формы* x и второй элемент — значение

выражения *формы* y . Таким образом вычисление $\text{comp}(x, y)$ для $x=4$, $y=(A(BC))$ дает в результате $(A(A(BC)))$.

2. Декомпозиция выражений. Определяется процедура $\text{descomp}(x, y)$, вычисляющая значения подопределений исходного выражения *формы* x и y соответственно. В результате применения этой процедуры к $(A(BC))$ x присваивается значение 4, а y — значение $(A(BC))$.

3. Извлечение. Процедура извлечения находит в базе данных все элементы заданной в процедуре формы и выдает в качестве результата произвольный элемент среди множества элементов, сопоставляемых с этой формой. Например, применение процедуры Exists (существует) ($\text{At}(x, y)$) может извлечь из базы данных факты о местонахождении истин *формы* x в месте *формы* y . Если ящик $B1$ находится в A , то результатом применения процедуры Exists будет $\text{At}(B1, A)$.

Формы x и y в режимах композиции и декомпозиции и форма $\text{At}(x, y)$ в режиме извлечения являются *образцами*.

Следует отметить, что, так как выбор может быть неоднозначным, сопоставление по образцу вносит в процесс решения элемент *недетерминистичности*, так что в случае неудачи разработчику представления истин необходимо вернуться в исходную точку и сделать альтернативный выбор.

10.8.3. Стандартные операторы.

Весьма затруднительно описать множество функций, выполняемых ПОЯ. Во-первых, многообразие их велико, во-вторых, особенности выполнения многих из них зависят от структуры конкретного языка, поэтому мы опишем лишь некоторые наиболее общие функции и операторы, вводя необходимые дополнения по мере рассмотрения примеров.

Общим для процедуральных представлений механизмом работы с процедурами является *вызов процедур сопоставлением по образцу*. При этом вызов процедуры осуществляется не по имени, а указанием выражения, являющегося целью ее применения, а сами процедуры воспринимают в качестве аргументов выражения определенной структуры, сопоставляющейся с формой их описания. Например, если мы хотим поставить ящик $B2$ на ящик $B1$, то выражение-цель $\text{Op}(B2, B1)$ может вызвать из базы данных процедуру формы $\text{Put}(x, y)$, которая предназначена для того, чтобы поставить предмет x на предмет y . Такой механизм вызова процедур полностью совпадает с режимом извлечения общего механизма сопоставления по образцу, однако

входное выражение-цель является образцом меньшей степени общности, чем образец в описании процедуры. Здесь снова может быть извлечено множество альтернативных процедур, что вносит в процесс решения элемент недетерминистичности.

В большинстве ПОЯ используются четыре типа операторов: *цели, утверждения, стратегии* и *непосредственные преобразования*. Цели и утверждения соответствуют теоремам (утверждениям) и аксиомам в представлении с помощью доказательства теорем. Непосредственное преобразование обычно имеет вид правила. Оно воспринимает входное выражение, сопоставляет его с образцом, который является левой частью правила, и преобразует его в выходное выражение, подставляя полученные при сопоставлении значения переменных в правую часть правила. Непосредственное преобразование, таким образом, имеет вид $P \rightarrow Q$. Стратегия включает в себя управляющие механизмы, непосредственные преобразования и другие стратегии и управляет процессом решения задачи. Задача ставится как оператор-цель. Система пытается найти непосредственные преобразования и стратегии, помогающие достижению цели. Если стратегия, связанная с целью, приводит к неудаче, то создаются подцели первоначальной цели, т. е. решение идет аналогично процессу редукции. Однако в процедуральном представлении истин обычно имеется некоторая управляющая программа, анализирующая свойства выражений и пытающаяся на их основе и с помощью непосредственных преобразований определить необходимую стратегию.

Предположим, что в управляющую программу введено утверждение. Производится два действия:

1. Утверждение заносится в базу данных.
2. Утверждение обрабатывается с помощью непосредственных преобразований, сопоставляющихся по образцу с утверждением. Результирующие утверждения также заносятся в базу данных.

Оператор-цель вводится в управляющую программу вместе с рекомендацией. Управляющая программа пытается с помощью сопоставления по образцу и на основе семантической информации и рекомендаций найти полезные преобразования, из которых составляется стратегия, образующая подцели, обрабатываемые аналогичным образом.

Следует отметить, что новые правила преобразования и стратегии становятся достоянием управляющей программы, так что ее арсенал может непрерывно пополняться. Новые правила и стратегии могут вводиться либо пользователем системы, либо накапливаться в результате опыта решения задач.

Изложенная схема представляет собой весьма грубое приближение к действительно имеющей место организации процесса решения. Мы намеренно не упоминали существенно рекурсивную структуру всех конструкций процедуральных представлений истин и сложные процессы локализации переменных в рекурсивно вложенных контекстах, желая дать максимальную упрощенную картину. Приведенный в 10.8.5 пример послужит дополнительной иллюстрацией процесса решения задачи в процедуральном представлении истин.

10.8.4. Механизм возврата к точке ветвления.

Недетерминистичность выбора альтернатив в различных точках процесса решения (извлечение выражений из базы данных, вызов процедур сопоставлением по образцу, альтернативы) приводит к необходимости создания специального механизма, который в случае неудачно выбранной альтернативы возвращает процесс в точку ветвления, восстанавливая при этом все структуры данных и управляющие структуры. Необходимо снабжать систему такой семантической и прагматической информацией, чтобы она могла выбирать наилучшее решение первым. Однако рассчитывать на это было бы слишком оптимистичным, и указанный механизм, называемый *механизмом возврата к точке ветвления*, является основным средством, позволяющим реализовать целенаправленность выбора стратегий представления истин.

Будем различать *декларативный возврат* и *процедуральный возврат*. Декларативный возврат был впервые рассмотрен в весьма общем виде Голомбом и Баумертом. Сущность его заключается в следующем. Если в ходе решения встречается точка ветвления, то запоминается полное описание **состояния процесса (т. е. текущие значения всех переменных)**. Если выбранная альтернатива неудачна, это описание состояния восстанавливается и решение направляется по другому альтернативному пути. Если все альтернативы в данной точке исчерпаны, то сигнал о неудаче распространяется к предшествующей в дереве целей точке ветвления с восстановлением полного описания состояния процесса, соответствующего этой точке.

Процедуральный возврат был предложен Флойдом в связи с разработкой им основ теории недетерминистических алгоритмов. Он показал, что **всем основным элементам вычислений — присвоениям, условным ветвлениям, обращениям к выходам из подпрограмм и т. д. — можно сопоставить инверсии, т. е. операции,**

воспринимающие выход данного элемента вычислений как вход и выдающие в качестве результата вход элемента. Таким образом, в случае неудачного исхода альтернативы можно осуществить локальный пошаговый возврат, применяя инверсные операции, пока не будет достигнута точка ветвления.

Рассмотренные два метода возврата к точке ветвления и являются основой для осуществления механизма возврата в ПОЯ. Очевидно, что каждый метод имеет свои преимущества и недостатки.

Основным преимуществом декларативного возврата является его высокая эффективность: возврат в случае неудачи осуществляется с помощью одного шага. Преимущество процедурального возврата — в отсутствии необходимости запоминать большие объемы ненужной информации при прямом ходе вычислений. Один из основанных на процедуральном подходе методов реализации механизма возврата заключается в том, чтобы полностью автоматически запоминать и восстанавливать при возврате *управляющие структуры* и переложить запоминание и восстановление *структур данных* на пользователя, заставив его в явном виде указывать процедуры, для которых следует запоминать и восстанавливать локализованные в них переменные.

С одной стороны, этот подход позволяет исключить сохранение ненужной информации и обеспечивает пользователю большую управляемость процессом решения. Однако он требует от программиста точного знания информации, которую следует запоминать в точке ветвления, т. е. фактически предсказания хода процесса в альтернативных случаях. Кроме того, вероятность ошибок как в сторону недооценки, так и переоценки количества запоминаемой информации резко возрастает. В первом случае это приведет к отказам программы, а во втором — снизит эффективность системы.

Основанные на декларативном подходе механизмы возврата, как правило, используют для запоминания информации специальные *стеки возврата* и *стеки состояний* или *контекстные механизмы*. Эти методы различаются лишь деталями реализации. Основная же идея в обоих случаях заключается в том, что каждой рассматриваемой альтернативе отводится свое поле памяти, или *контекст*. Прямой ход процесса, таким образом, осуществляется с отдельной базой данных, в которой локализованы необходимые для данной - альтернативы определения. При возврате контекст просто уничтожается (если не принимать во внимание извлечение прагматической информации) (п. 10.8.6).

Следует отметить, что использование механизма возврата является критическим моментом с точки зрения оценки эффективности

процедуральных решателей задач. Дело в том, что в своей первоначальной постановке возврат представляет из себя исчерпывающий поиск в глубину, т. е. в худшем случае полный перебор возможных альтернатив. Это обстоятельство порождает парадоксальную ситуацию: для совершенной стратегии механизм возврата не нужен, так как в каждой точке ветвления она точно знает, что делать. А для плохих стратегий, т. е. стратегий, не обладающих достаточной информацией для выбора альтернатив, механизм возврата становится слепым.

Другая, не менее важная проблема возникает в связи с оценкой действий решателя задач в случае неудачного исследования альтернатив. Чистый механизм возврата не вырабатывает в общем случае информации, которая могла бы повлиять на дальнейший выбор, поскольку в большинстве рассмотренных механизмов все следствия, полезные в результате гипотезы о том, что данная альтернатива полезна, после отбрасывания альтернативы уничтожаются. Это равносильно утверждению о том, что в каждой точке ветвления все альтернативы независимы, т. е. признанию полного перебора.

Указанные принципиальные недостатки механизма возврата усугубляются тем, что в большинстве ПОЯ он используется не только для испытания альтернативных стратегий, но и при каждом вызове процедуры или извлечения выражения сопоставлением по образцу. Это может сделать пространство поиска недопустимо большим.

Решение проблемы следует искать там же, где и решение всех основных проблем представления истин: в наложении на процесс поиска эффективных эвристик. Но, как нам уже известно, эти эвристики могут быть получены либо в результате предварительного глобального исследования пространства поиска, либо обобщением опыта в процессе решения задач. В принципе, как указывалось в начале этого параграфа, процедуральное предствление истины дает богатые возможности для использования семантической и прагматической информации, которая могла бы управлять процессом поиска решения. Однако методы ее извлечения, особенно по результатам исследования неудачных альтернатив, а также, что еще важнее, ее обобщения изучены пока слабо.

10.8.5. Пример.

Для лучшего понимания работы некоторых описанных выше механизмов рассмотрим следующий пример.

Докажем силлогизм:

«Тьюринг—человек.
Все люди ошибаются.

Следовательно, Тьюринг ошибается.»

В терминах ПОЯ PLANNER решение может быть получено вычислением выражения (GOAL (ошибается Тьюринг)), где GOAL — упомянутый выше оператор-цель, с помощью следующей процедуры:

<ASSERT (человек Тьюринг)> (посылка в базе данных)

<ASSERT <DEFINE THEOREM1

<CONSEQUENT (Y) (ошибается ?Y)

(GOAL (человек ?Y))>>>>),

где вызовы операторов заключены в скобки < >. ASSERT (утверждение) — упомянутый выше оператор-утверждение. Этот оператор, после его применения, заносит свой аргумент в базу данных утверждений. С помощью функции DEFINE THEOREM (определим теорему) мы определяем теорему формы CONSEQUENT (следствие). Это означает, что доказать цель формы (ошибается ?Y) можно путем доказательства цели (человек ?Y), т. е. первая цель является следствием второй. ?Y означает идентификатор, которому может быть присвоено значение в результате сопоставления с образцом, в который ?Y входит. Все атомы, не снабженные префиксом ?, являются константами. Работа происходит следующим образом. Если бы нам надо было вычислить <GOAL (человек Тьюринг)>, то требуемое утверждение было бы найдено непосредственно в базе данных (так как это посылка силлогизма). Однако утверждение (ошибается Тьюринг) в базе данных отсутствует, и мы должны его вывести. Испытываются все теоремы (утверждения), следствия которых сопоставляются с целью, находится теорема THEOREM 1 и осуществляется переход к доказательству <GOAL (человек ?Y)>. В результате сопоставления <GOAL (человек ?Y)> и (человек Тьюринг) мы связываем переменную Y с константой «Тьюринг». Теорема устанавливает новую цель (человек Тьюринг), и поскольку она находится в базе данных, <GOAL(человек ?Y)> достигнута, т.е. доказана <GOAL (ошибается Тьюринг)>. Ниже приведены шаги вычисления:

- 1) <GOAL (ошибается Тьюринг)>.
- 2) Теорема 1 активируется.
- 3) Y присваивается значение Тьюринг.
- 4) <GOAL (человек Тьюринг)>.
- 5) Результат (ошибается Тьюринг).

Рассмотрим теперь вопрос «кто-нибудь ошибается?» или, в логической форме, EXISTS X (ошибается X). В ПОЯ PLANNER это записывается в виде <THPROG (X) <GOAL (ошибается ? X)>>. В данном случае THPROG, являющийся аналогом функции PROG в языке LISP, действует как квантор существования. Попытка непосредственного вычисления цели приводит к неудаче, так как в базе данных нет утверждения формы (ошибается ? X). В поисках доказательства THPROG ищет теорему со следствием этой формы и находит выше определенную теорему. Идентификатор Y из теоремы связывается с идентификатором X цели. Однако X еще не имеет значения, и поэтому Y тоже не получает значения. Теорема устанавливает цель (человек ? Y). Соответствующий оператор GOAL ищет в базе данных утверждение, сопоставляющееся с этим образцом, и находит утверждение (человек Тьюринг). Поэтому Y , а следовательно, и X связываются с константой «Тьюринг», и доказательство завершается, выдавая результат (ошибается Тьюринг).

Пусть нам даны дополнительные утверждения <ASSERT (человек Сократ)>, <ASSERT (грек Сократ)>, так что в базе данных находятся три утверждения: (человек Тьюринг), (человек Сократ), (грек Сократ) и теорема

<CONSEQUENT (Y) (ошибается ? Y)
<GOAL (человек ? Y)>>.

Мы задаем вопрос «есть ли ошибающийся грек?», представляемый выражением

<THPROG (X)
<GOAL (ошибается ? X)>
<GOAL (грек ? X)>>.

Первая цель удовлетворяется рассмотренным выше выводом. Если при поиске в базе данных (человек Тьюринг) встретится раньше, чем (человек Сократ), то цель (человек ? Y) теоремы будет достигнута, связывая Y и X с константой «Тьюринг».

Тогда THPROG устанавливает цель (грек Тьюринг), которая не может быть доказана, так как нет ни соответствующего утверждения в базе данных, ни применимых теорем.

При неудаче работает механизм возврата, который найдет как причину неудачи связывание Y с константой «Тьюринг», после чего извлечет (человек Сократ) и продолжит доказательство. Результатом теоремы будет значение (ошибается Сократ), переменные Y и X связываются с константой «Сократ», и THPROG устанавливает цель (грек Сократ), которая достигается, так как соответствующее утверждение находится в базе данных. В качестве результата THPROG выдает (грек Сократ).

Приведем шаги процесса:

- 1) Активация THPROG.
- 2) <GOAL (ошибается ?X)> приводит к вызову по сопоставлению образцу, так как в базе данных нет утверждения формы (ошибается ?X).
- 3) Активация теоремы 1.
- 4) Сопоставление (ошибается ?Y) и (ошибается ?X), Y связывается с X.
- 5) <GOAL (человек ?Y)> находит (человек Тьюринг) в базе данных.
- 6) Y принимает значение Тьюринг, следовательно, X принимает значение Тьюринг.
- 7) Результат (человек Тьюринг).
- 8) Результат теоремы (ошибается Тьюринг).
- 9) <GOAL (грек Тьюринг)> терпит неудачу, так как в базе данных нет такого утверждения и сопоставляющихся с целью теорем типа CONSEQUENT. Возврат к шагу 5).
- 6') <GOAL (человек ?Y)> находит (человек Сократ) в базе данных.
- 7') Y принимает значение Сократ, следовательно, X принимает значение Сократ.
- 8') Результат (человек Сократ).
- 9') Результат теоремы (ошибается Сократ).
- 10) <GOAL (грек Сократ)>.
- 11) Результат THPROG (грек Сократ).

10.8.6. Контекстный механизм.

Как отмечалось в п. 10.8.4, при реализации механизма возврата к точке ветвления необходимо иметь средства запоминания информации при рассмотрении альтернатив. Соответствующий механизм мы назвали *контекстным*.

Контекстный механизм имеет более широкое применение, чем в механизме возврата. Он используется везде, где оказывается необходимым выделение из глобальной базы данных некоторых локальных областей, инициация работы с этими локальными областями без изменения глобальной базы данных и принятие решения по результатам работы о том, следует ли производить изменения в глобальной базе данных, и если следует, то какие.

Такого рода механизмы оказываются полезными для реализации гипотетических планов формирования представлений истин, параллельных процессов, описания моделей истин внешнего мира активных источников действия и т. д.

Контекстный механизм реализуется с помощью разветвленного и ветвящегося в процессе работы стека, который можно представить в виде дерева. Вершины этого дерева соответствуют процессу или состоянию истин таким образом, что изменение выражений и их свойств вызывает изменения только в меняющем их процессе и последующих subprocessах и состояниях (дочерних вершинах). Пример дерева контекстов приведен на рис. 10.13.

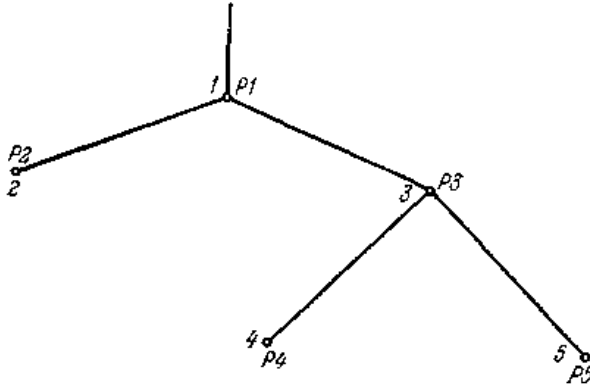


Рис. 10.13. Пример дерева контекстов.

Здесь P_1, P_2, \dots, P_5 — процессы, а цифры, стоящие рядом с вершинами дерева, обозначают номера контекстов, создаваемых соответствующими процессами. Таким образом, контексты, к которым может иметь доступ процесс P_4 , будут $(4,3,1)$, P_3 — $(3,1)$ и т. д. Сами контексты представляются в виде списка выражений, отличающих этот контекст от контекста высшего порядка.

Стандартный набор операций для работы с контекстами включает в себя операции создания, активации и уничтожения контекста, предписания работы с указанным контекстом или с данным набором образцов в отдельном контексте, а также внесения изменения в глобальную базу данных. Этот набор позволяет выделять локальные области выражений, хранить историю тех или иных процессов в том или ином контексте, осуществлять гипотетическое планирование формирования выражений и параллельное построение планов.

Рассмотрим возможную организацию гипотетического плана формирования выражений. Необходимо создать локальный контекст, сделать требуемые гипотетические посылки и вывести соответствующие заключения. После завершения гипотетического планирования контекст должен быть уничтожен, поскольку истинность посылок в локальном контексте вовсе не предусматривает их истинность в

глобальной базе данных. Нам требуется лишь результат типа «если бы посылки были верны, то было бы истинно следующее заключение-выражение». Описанный процесс имел бы следующий вид:

- 1) Доказать, что $X \rightarrow Y$, где X и Y — произвольные выражения относительно контекста C .
- 2) Создать новый контекст C' .
- 3) ASSERT X относительно контекста C' .
- 4) GOAL (Y) относительно контекста C' .
- 5) DELETE C' (здесь «уничтожить контекст C' »).
- 6) ASSERT $X \rightarrow Y$ относительно контекста C' .

Еще раз отметим, что X истинно только в контексте C' (п. 3 нашего описания).

Параллельные процессы также легко реализуются с помощью контекстного механизма. Предположим, что нам надо доказать теорему (построить план) вида $X \vee Y$. Тогда, создав отдельные контексты для X и Y , мы можем запустить параллельное выполнение процессов X и Y , завершив доказательство, когда будет завершен один из процессов X или Y . Естественно, в последовательной машине эти процессы в действительности не будут выполняться параллельно, так что для извлечения выгоды из фиктивной параллелизации доказательства необходимо организовать взаимодействие процессов X и Y . Схема организации выглядит следующим образом:

- 1) Выбрать более легкий по некоторым критериям процесс и доказывать его.
- 2) Если процесс доказательства сходится быстро в некотором смысле, то продолжать, иначе сохранить его контекст и перейти к доказательству другого процесса, используя, однако, всю полезную информацию, полученную в процессе доказательства первого процесса.
- 3) Продолжать повторять п. 2 до тех пор, пока не будет найдено доказательство или не будет выработан сигнал о неудаче.

Другим примером параллельных процессов является задача вида $(\exists x)\{P(x) \wedge Q(x)\}$, где P и Q — произвольные выражения. Здесь план решения состоит в том, чтобы

- 1) Найти x , удовлетворяющее $P(x)$.
- 2) Проверить, удовлетворяет ли x $Q(x)$. Если да, то процесс заканчивается, иначе выбрать x , удовлетворяющий $Q(x)$, используя информацию в контексте для $P(x)$, и проверить, удовлетворяет ли x $P(x)$ и т. д.

10.8.7. Проблема границ в процедуральных представлениях истин

В простейших ситуациях разграничение изменяющихся фактов от неизменяющихся может быть произведено просто с помощью операторов присваивания или, в крайнем случае, с помощью блочной структуры языка. Эти механизмы охватывают все ситуации, которые разрешает, например, метод контекстов и контекстных графов. Более серьезные меры следует принимать для выведенных фактов, однако все они довольно легко реализуются для локально-недетерминистичных процедур.

Рассмотрим, например, механизм решения этой задачи в диалекте языка PLANNER — языке POPLER. В этом языке обеспечивается механизм активации определенных процедур при занесении информации в базу данных (ASSERT) и стирании информации в базе данных (ERASE (стирать)). Когда в базу данных добавляется информация, этот механизм ищет в соответствии с рекомендациями процедуры типа ASSERTING, образцы которых сопоставляются этой информации, и активирует такие процедуры. Аналогичным образом при стирании активируются процедуры типа ERASING.

Рассмотрим действие этого механизма на примере. Пусть база данных содержит три факта:

ASSERT <At HAND (рука) P1> —рука находится в P1,

ASSERT <At OBJ2 P1> —объект 2 находится в P1,

ASSERT (HOLDING (держит)) OBJ2>—держит объект 2,

утверждающие, что если рука держит объект, то рука и объект находятся в одном месте.

Пусть в базе данных содержатся две процедуры типа ASSERTING:

```
PROCEDURE ATHAND ASSERTING (At HAND ?X)
```

```
  PROCVARS X Y;
```

```
  GOAL <HOLDING ?Y >;
```

```
  ASSERT <At ?Y ?X>;
```

```
  END PROC;
```

```
PROCEDURE ATANY (нечто находится где-то) ASSERTING (At?X ?Y)
```

```
  PROCVARS X Y Z;
```

```
  GOAL <At ?X ?Z>;
```

```
  IF ?Y=?Z THEN FAIL (сигнал неудачи, возврат к точке ветвления);
```

```
  ERASE (At ?X ?Z);
```

```
  END PROC;
```

здесь PROCVARS обозначает описание в процедуре следующих за ней переменных.

Введем в базу данных ASSERT (At HAND P2). Тогда активируются обе процедуры, поскольку они типа ASSERTING, а их образцы сопоставляются с (At HAND P2). Предположим, что ATANY испытывается первой. При этом X связывается с HAND, а Y с P2. Оператор GOAL может связать Z либо с P1, либо с P2. Однако P2 исключается условным оператором IF, так что стирается только старый факт (At HAND P1). Процедура ATHAND связывает X с P2, ее GOAL найдет в базе данных (HOLDING OBJ2), связывая Y с OBJ2, так что в базу данных попадет утверждение (At OBJ2 P2). Это утверждение вновь активирует процедуру ATANY, которая вновь сотрет старый факт (At OBJ2 P1).

Надо полагать, что наличие в ПОЯ контекстного механизма позволит решать проблему границ и в более сложных пространствах истин.

10.9. Семантические представления истин

10.9.1. Определение семантических сетей.

Развиваемые семантические сети представления истин являются шагом на пути к построению систем представления истин — систем, базирующихся на знании. Семантические сети представления истин являются основой систем зрительного восприятия истин, понимания естественного языка и непрерывной речи, т. е. систем, осуществляющих связь с внешним пространством — одним из главных источников знания систем представления истин (другим является сама система представления истин). Именно характер развития и разноплановость использования семантических сетей представления истин послужили основной причиной разработки многочисленных вариаций этих представлений, базирующихся, однако, на нескольких сравнительно общих идеях и методах реализации. Мы рассмотрим в настоящем параграфе ряд основных принципов построения и характеристик семантических сетей представления истин, ссылаясь там, где это необходимо, на соответствующие конкретные реализации.

Основой всех вариантов семантических сетей представления истин является формализация структур семантического знания в виде направленного графа с помеченными вершинами и дугами, причем вершинам соответствуют некоторые объекты (истины), а дугам — семантические отношения между этими объектами (истинами). Метки, приписываемые вершинам, носят чисто ссылочный характер, представляя собой некоторые мнемонические имена, в частности, слова естественного языка. Заметим, что в этом

частном случае слова дают ссылку на словарь, входам которого соответствуют некоторые смысловые эквиваленты, или лексические значения, причем это соответствие может быть неоднозначным в обе стороны. Метки, приписанные дугам, соответствуют элементам множества отношений, заданных на графе, причем этими элементами могут быть как **семантические свойства**, так и **семантические выводы**. Описанный выше граф мы будем называть *семантической сетью представления истин*.

На семантической сети представления истин могут быть определены некоторые подграфы определенной структуры, называемые *истинными высказываниями*. Каждый такой подграф представляет собой граф, корнем которого является *предикатная вершина*; остальные вершины называются *концептуальными*. Следует подчеркнуть, что такое разделение вершин истинного высказывания можно четко реализовать, лишь рассматривая каждое истинное высказывание в изоляции. В структуре семантической сети представления истин одна и та же вершина может быть предикатной относительно одного истинного высказывания и концептуальной относительно другого. Мы вводим понятие истинного высказывания с целью подчеркнуть, что оно является *минимальной единицей информации*, вводимой и хранящейся в семантической сети представления истин. На рис. 10.14 приведен пример изображения истинного высказывания «Виктор ввел высказывание в сеть». Буквами *A, B, C* условно помечены семантические отношения между объектом в предикатной вершине и объектами в концептуальных вершинах.

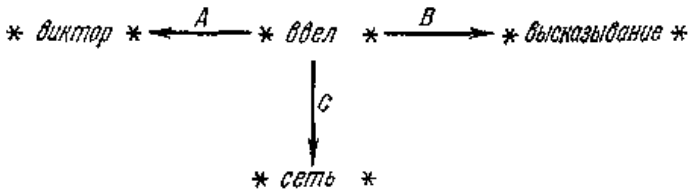


Рис. 10.14. Пример изображения высказывания в семантической сети.

Заметим, что в семантической сети представления истин каждый объект (истина) представляется точно одной вершиной. Тем самым мы разрешаем, чтобы от этой вершины (в нее) исходило (входило) несколько дуг, связанных с несколькими различными истинными высказываниями.

На рис. 10.15 изображены абстрактная семантическая сеть представления истин (C, R), где C — множество объектов (истин), R —

множество отношений (рис. 10.15, а), и соответствующая теоретико-графическому представлению запись в виде списков свойств и троек вида $C_i R_k C_j$, $R_k \in R$, $C_i, C_j \in C$ (рис. 10.15, б и 10.15, в соответственно), отражающая связь семантических представлений с процедуральным представлением и исчислением предикатов соответственно.

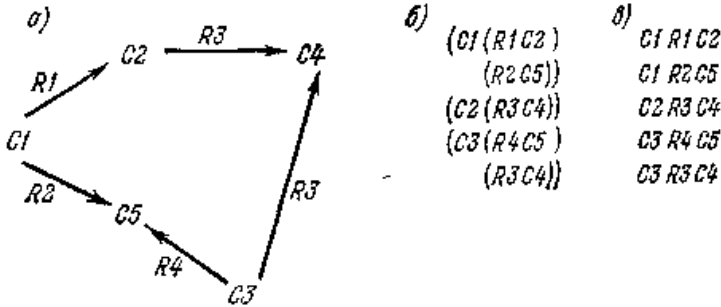


Рис. 10.15. Абстрактная семантическая сеть представления истин.

На этом наиболее общая часть определения семантических сетей представления истин может быть завершена. Очевидно, что разнообразие конкретных представителей семантических представлений истин определяется типами объектов (истин) и, в еще большей степени, типами отношений, определенными в каждом из представителей.

10.9.2. Типы объектов (истин).

В семантических сетях представления истин используются три основных типа объектов (истин): *понятия*, *события* и *свойства*.

Понятия являются константами или параметрами окружающего пространства, описываемого семантической сетью, и обычно указывают предметы (истины) или абстракции.

События представляют собой действия, которые могут произойти в окружающем пространстве. Если мы определим **ситуацию как описание части окружающего пространства в определенный момент времени**, то можно сказать, что все, что изменяет данную ситуацию, является событием. Одним из распространенных методов представления событий является задание *глубинно-надежных семантических отношений*, которые указывают характеристики и действующих лиц данного события. Не вдаваясь в подробности грамматики глубинных падежей, отметим, что отношения *A*, *B* и *C*, приписанные дугам

истинного высказывания (рис. 10.14), эквивалентны соответственно агентивному, объективному и локативному падежам Филмора. Другой метод описания событий состоит в указании изменений, которые событие производит, будучи применено к структуре сети представления истин, отражающей данную ситуацию. **Результатом события является также некоторая ситуация**, которую мы можем определить как образец в некоторой процедуре, описывающей, таким образом, последовательность действий, приводящую к этой ситуации.

Свойства используются для уточнения или модификации понятий, событий или других свойств. В случае понятий свойства могут быть особенностями, чертами или характеристиками, присущими или приписанными понятию. В случае событий свойства описывают некоторые общие, универсальные, постоянные характеристики, например, место, время, длительность и т. д.

Формально свойство является бинарным отношением, отображающим область своего определения, т.е. вершины, к которым свойство применяется, в область значений, т.е. значения, которое свойство может принимать. Рис. 10.16 иллюстрирует, как применение свойства «структура» к понятию «сеть» и свойства «время» к событию «ввел» со значениями «дискриминационная» и «вчера» соответственно дает истинное высказывание «Виктор ввел вчера высказывание в дискриминационную сеть».

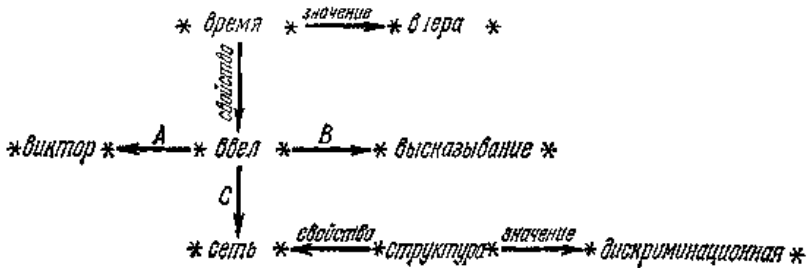


Рис. 10.16. Представление свойств в семантической сети представления истин.

Здесь дуга, помеченная «свойство», указывает на аргумент, а дуга, помеченная «значение», — на значение свойства. В некоторых случаях возможно расширение понятия свойства от бинарного к тернарному и многоместным отношениям. При этом дополнительные характеристики свойства связываются с вершиной свойства дугами,

помеченными «относительно». Рис. 10.17 показывает, как введение аргумента «относительно момента T_0 » уточняет значение «вчера» свойства «время».



Рис. 10.17. Представление дополнительных характеристик свойств истин.

Вершины, входящие в семантическую сеть представления истин независимо от их типа могут быть разделены на два класса. Один из них включает в себя понятия, события и свойства общего характера, описывающие в совокупности законы, действующие в окружающем пространстве, представленном семантической сетью представления истин. Другой класс — частные случаи общих объектов (истин), описывающие конкретные проявления указанных выше законов, или просто некоторые факты. Вершины первого класса мы будем называть *общими*, вершины второго класса — *фактуальными*. Пример такого рода вершин приведен на рис. 10.18, причем на рис. 10.18, а утверждается что ПОЛ — свойство ЖИВОТНОГО и принимает возможное значение МУЖСКОЙ (общие вершины условно обозначены прописными буквами), а на рис. 10.18, б указывается, что Виктор — мужского пола (фактуальные вершины условно ограничиваются с двух сторон звездочками).

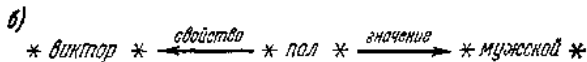
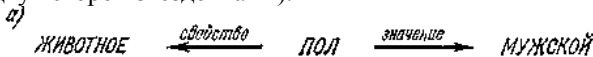


Рис. 10.18. Общие и фактуальные вершины.

Кроме рассмотренных выше типов вершин — понятий, событий, свойств, в целях повышения эффективности вывода в семантических сетях представления истин вводятся так называемые *процедуральные*

вершины. Одним из примеров фундаментального характера такого рода вершин являются скелеты (п. 10.9.4). Однако существуют и другие процедуральные вершины более специализированного характера. Чаще всего они располагаются в районе границы между общими и фактуальными вершинами, т. е. на периферии семантической сети представления истин.

10.9.3. Типы отношений.

Все многообразие семантических отношений, используемых в семантических представлениях истин, может быть условно разделено на четыре класса: *лингвистические, логические, теоретико-множественные и квантификационные.*

Лингвистические отношения включают в себя прежде всего глубинно-надежные отношения, уже упомянутые в п. 10.9.2 в связи с представлением событий. В системах представления истин этот тип отношений играет ключевую роль в общей организации семантической сети представления истин, определяя как взаимосвязи отдельных объектов (истин), так и структуру вывода в сети представления истин.

Другими двумя типами лингвистических отношений являются *характеризации глаголов* и *атрибутивные отношения*. В нашем изложении они описываются как вершины-свойства, однако в ряде конкретных систем представления истин эти отношения выделены введением отдельных дуг для каждого из них. **К числу глагольных характеристик относятся время, наклонение, вид, род, число, залог используемого глагола. К числу атрибутивных отношений относятся модификация, цвет, размер, форма, отношение собственности («притяжательность») и т. д.** На рис. 10.19, *а* приведено подробное представление глагола «ввел» с использованием глагольных характеристик, а на рис. 10.19, *б* представление того же глагола с использованием вершин типа свойств.



Рис. 10.19. Представление характеристик глаголов.

На рис. 10.20 иллюстрируется использование атрибутивных отношений для представления словосочетания «маленькая древовидная дискриминационная сеть Виктора». Из приведенных примеров ясно, что **глагольные характеристики и атрибутивные отношения эквивалентны свойствам событий и понятий соответственно.**

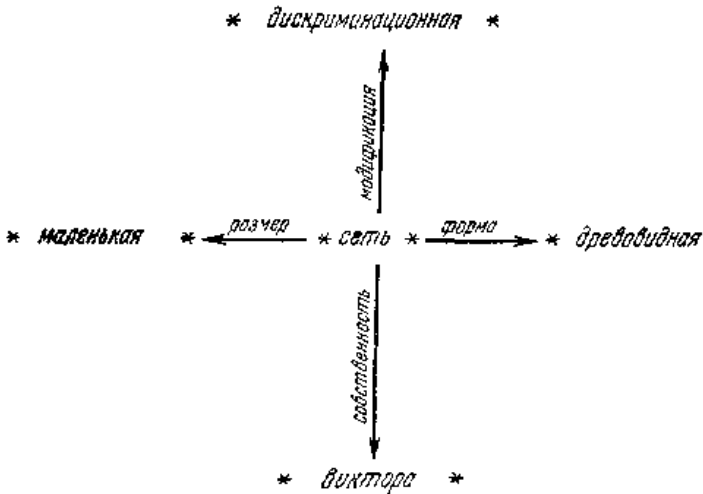


Рис. 10.20. Представление атрибутивных отношений.

К логическим отношениям относятся операции исчисления высказываний: дизъюнкция, конъюнкция, отрицание, импликация. Практически все структуры семантических сетей представления истин включают неявное представление конъюнкции, поскольку все занесенные в сеть представления истин высказывания **считаются истинными**. Однако требование полноты логических отношений обуславливает необходимость добавления к конъюнкции как минимум отрицания. Отметим, что в большинстве семантических сетях представления истин определяется отрицание лишь элементарных высказываний, введенных в п. 10.9.1. В этом случае отрицание не образует логически полную систему с конъюнкцией. Если допустить явное представление всех операций исчисления высказываний в виде дуг семантической сети представления истин, может быть нарушено соглашение об истинности всех высказываний в сети представления истин: в семантической сети истинными станут только те высказывания, которые не являются конstituентами составных высказываний. Возникает вопрос о том, как указать истинность конstituенты в составном высказывании. На самом деле этой проблемы нет, если конstituенты в составном высказывании связаны конъюнкцией, дизъюнкцией или импликацией, так как указание истинности одной из конstituент сводит такое высказывание к

конъюнкции, т. е. к неявному указанию истинности любой конstituенты. Например,

$$p \wedge (p \vee q \vee r) = p,$$

$$p \wedge (p \rightarrow q) = p \wedge q.$$

Однако иногда возникает необходимость в независимом от составного выражения указании истинности конstituенты (например, при выражении причин, намерений, отношения к чему-либо и т. д.). Эти случаи охватываются применением конъюнкции с константой «истина» или «ложь». На рис. 10.21, а, б, соответственно изображено представление двух составных высказываний «Робот считает, что Виктор ввел высказывание в сеть, и он ввел его» и «Робот считает, что Виктор ввел высказывание в сеть, а он не ввел его».

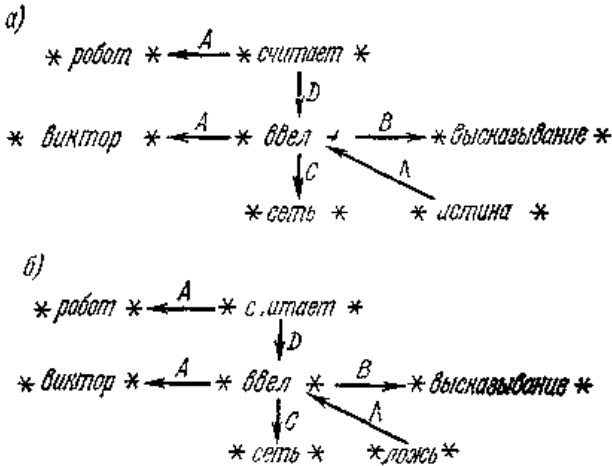


Рис. 10.21. Представление составных модальных высказываний.

Теоретико-множественные отношения включают в себя такие отношения, как *подмножество* (SUB), *супермножество* (SUP), отношения части и целого, *элемент множества*, или пример (E), и другие.

Большинство отношений этого класса является представителями класса *транзитивных отношений*, т. е. отношений, связывающих вложенные друг в друга понятия от более общих к более частным (SUB) или наоборот (SUP), причем все свойства SUP-понятия автоматически становятся свойствами SUB-понятия, а свойства SUB-понятия представляют собой ограничения, накладываемые на SUP-понятия с целью определения SUB-понятия. Отношение E является

частным случаем SUB, связывающим общую вершину с фактуальной. Отношения части и целого, подчиненности, сходства, близости и т. д. основаны на отношениях SUP и SUB, однако могут иметь более сложную структуру представления и (или) вывода. Так, например, два понятия являются сходными, если они имеют общее SUP-понятие, а большинство одноименных свойств этих понятий имеет одинаковые значения. Таким образом, сходство является *размытым аналогом* эквивалентности, которое в свою очередь также представляет собой теоретико-множественное отношение.

Отношения SUP и SUB могут быть определены и для событий. В этом случае структуры событий, образуемые этими отношениями, аналогичны множествам соответствующих событий и связанных с ними частных случаев событий. При этом свойства SUB-событий могут иметь в качестве значений наречия («быстро», «бесплатно») или другие модификаторы, которым сопоставляются числовые эквиваленты в терминах теории лингвистических переменных.

Квантификационные отношения включают в себя *логические кванторы* (общности, существования), *нелогические кванторы* (много, несколько), а также просто *числовые характеристики* объектов. Существует ряд причин, по которым необходимо ввести в семантическую сеть представления истин логические кванторы.

1. Многие высказывания содержат кванторы общности или существования.
2. Логические кванторы требуются для декларативного представления общих знаний (законов мира).
3. Определение сложных понятий и событий требует логической квантификации (например, «ходить — это значит в любой момент времени касаться хотя бы одной ногой земли»).
4. Кванторы требуются для определяющих описаний множеств.

Несмотря на важность введения логической квантификации в семантическую сеть представления истин, достижения в этой области ограничивались приписыванием одного или двух кванторов к предикатам.

Одним из способов введения логических кванторов является представление семантической сети представления истин в языке, подобном исчислению предикатов первого порядка (п.10.5). Рассмотрим вариант такого формализма представления истины на примере высказывания «Каждая собака преследует некоего кота». Это высказывание может быть преобразовано из исходного представления

$$(\forall x) (\text{собака}(x) \rightarrow (\exists y) (\text{кот}(y) \wedge \text{преследует}(x, y))) \quad (10.21)$$

в вид, близкий к бескванторной нормальной форме

$$\text{собака}(x) \rightarrow (\text{кот}(f(x)) \wedge \text{преследует}(x, f(x))). \quad (10.22)$$

Соответствующее представление в семантической сети представления истин приведено на рис. 10.22, а.

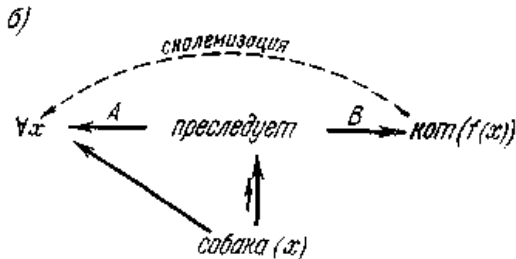
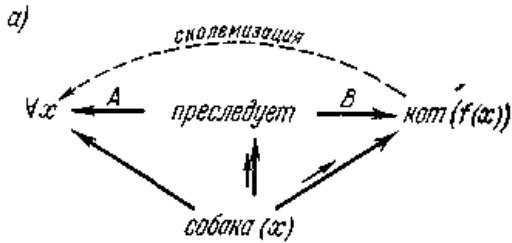


Рис. 10.22. Представление высказывания «Каждая собака преследует некоего кота».

Таким образом, мы неявно указываем квантор существования, вводим новую вершину, соответствующую квантору общности, и проводим к ней две дуги, одна из которых указывает связывание переменной в предикате «собака» с введенным квантором, а вторая, соответствующая сколемизации, проводится от вершины, связанной неявно квантором существования, поскольку в (10.21) он стоит за квантором общности.

В общем случае сколемизирующие дуги проводятся от всех вершин, связанных неявно кванторами существования, ко всем вершинам тех кванторов общности, которые стоят перед кванторами существования. Заметим, что если мы предположим, что $(\exists y) (\text{кот}(y))$, то (10.22) приводится к виду

$$\text{кот}(f(x)) \wedge (\text{собака}(x) \rightarrow \text{преследует}(x, f(x))), \quad (10.23)$$

и этому высказыванию соответствует фрагмент семантической сети (рис. 10.22, б).

Другим способом введения логических кванторов является разбиение семантической сети представления истин на пространства. Это

разбиение осуществляется таким образом, что каждая вершина и дуга семантической сети представления истин принадлежит точно одному пространству. Все вершины и дуги, лежащие в различных пространствах, различимы между собой, а дуги, связывающие различные пространства, принадлежат тому из них, в котором они начинаются. Разбиение семантической сети представления истин на пространства задает структуру связи этих пространств в виде направленного графа (S, V) , пример которого показан на рис. 10.23.

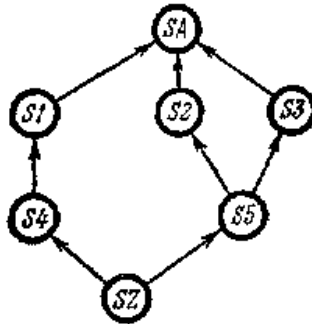


Рис. 10.23. Представление структуры связи пространств в виде графа

Вершины этого графа соответствуют пространствам семантической сети представления истин, а дуги задают отношение «видимости» на этом графе. Из любой вершины S_i видны те и только те вершины, которые лежат на всех возможных путях, ведущих из S_i в SA . Например, из S_5 графа, (рис. 10.23) видны вершины S_2 , S_3 и SA . Очевидно, что SA видима из всех пространств сети представления истин, а из SZ видна вся семантическая сеть представления истин. Рассмотрим представление логической квантификации с помощью разбиений, используя следующую последовательность примеров:

- а) Собака Шарик преследует кота Ваську.
- б) Каждая собака преследует некоего кота.
- в) Все собаки преследуют кота Ваську.
- г) Все собаки преследуют всех котов.

Приведем формальную запись этих высказываний:

- а) $(\exists \text{ Васька} \in \text{КОТЫ}) (\exists \text{ Шарик} \in \text{СОБАКИ})$
(преследует (Шарик, Васька)).
- б) $(\forall x) (\text{собака}(x) \rightarrow (\exists y) (\text{кот}(y) \wedge \text{преследует}(x, y)))$.
- в) $(\forall x) (\text{собака}(x) \rightarrow (\exists \text{ Васька} \in \text{КОТЫ})$ (10.24)
(преследует $(x, \text{Васька}))$).

г) $(\forall x)(\forall y)$ (собака $(x) \rightarrow$
 \rightarrow (кот $(y) \wedge$ преследует (x, y))).

Соответствующие семантические представления показаны на рис. 10.24, а—г.

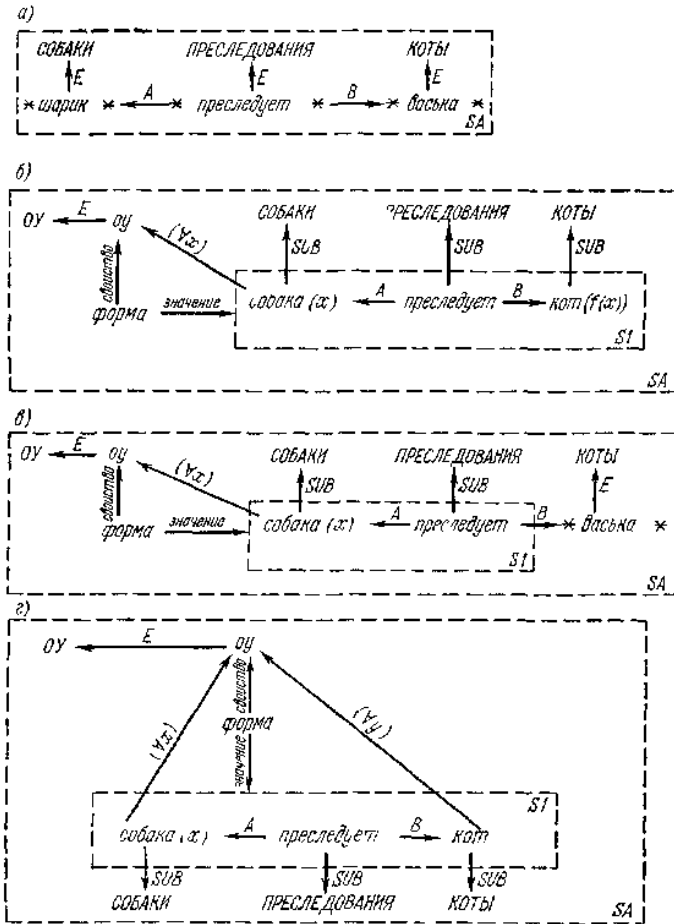


Рис. 10.24. К разбиению семантической сети представления истин на пространство.

Высказывание (10.24, а) размещается в одном пространстве самого верхнего уровня (SA), поскольку в данном случае речь идет о конкретном событии, происшедшем с конкретными индивидуумами.

Поскольку последние представлены фактуальными вершинами, то мы дали для иллюстрации их SUP-вершины с указанием отношения E.

Так как высказывание (10.24, б) описывает некоторое множество событий и действующих лиц, то ему как *форме* соответствует некоторое *общее утверждение* $ou \in OU$, где OU — множество всех общих утверждений, включающих кванторы общности. Мы представляем это введением **формы как свойства ou , имеющего в данном случае в качестве значения выражение, лежащее в области действия квантора общности, т. е. выражения в пространстве $S1$** . Таким образом, пространство $S1$ является областью действия квантора $\forall x$, а сколемизация переменных, связанных квантором существования, представляется помещением предикатов от этих переменных в пространство $S1$ (в нашем примере — кот ($f(x)$)). Формализм представления квантора общности завершается связыванием ou дугой, помеченной $\forall x$, к квантифицируемым предикатам, причем эта дуга идет из $S1$ в SA , $S1 \vee SA$ (читается « SA видимо из $S1$ »). Заметим, что на рис. 10 24, б связь SUP-объектов с объектами в $S1$ осуществлена с помощью SUB (а не E), поскольку форма описывает некоторые подмножества событий и понятий, а не частный пример. Остается отметить, что рис. 10 24, б иллюстрирует тот факт, что константа, находящаяся под знаком \exists , выносится из пространства $S1$ (естественно, что она не подлежит сколемизации), а рис. 10.24, з показывает, что последовательность кванторов общности представляется в одном пространстве с соответствующим количеством дуг, исходящих из ou к квантифицируемым предикатам.

На рис. 10.25 показан пример представления сложной последовательности логических кванторов в виде вложенных пространств так, что $S4 \vee S1$, $S1 \vee SA$ (отношение видимости, конечно, транзитивно).

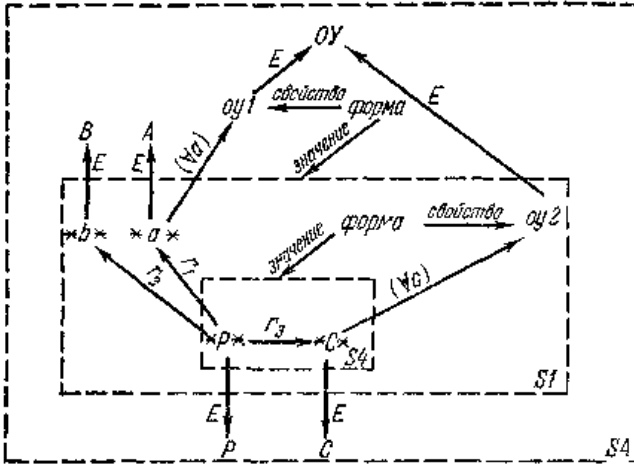


Рис. 10.25. Представление последовательности логических кванторов, $(\forall a \in A)(\exists b \in B)(\forall c \in C)(p(a,b,c))$.

Изложенные методы указания областей действия кванторов могут быть использованы для представления λ -выражений и модальностей. Мы не будем останавливаться на изучении этих возможностей, однако с целью иллюстрации приведем на рис. 10.26 представление с помощью разбиений модального высказывания (рис. 10.21).

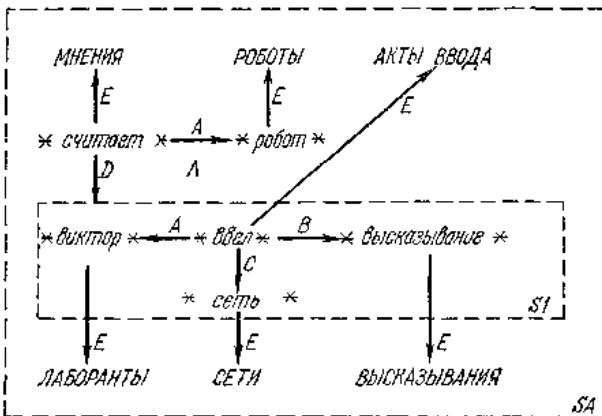


Рис. 10.26. Представление модальностей с помощью разбиений.

Представление *нелогических кванторов* остается проблемой в семантических сетях так же, как и в других формализмах. Аппарат для работы с нелогическими кванторами, как и с другими размытыми понятиями, разрабатывается в рамках теории лингвистических переменных, однако этот подход еще не связан с семантическими представлениями истин.

Наконец, *числовые характеристики* объектов (истин) представляют собой просто количество объектов (истин) данного типа и могут быть выражены, например, с помощью вершин свойств.

10.9.4. Скелеты (фреймы) и сценарии.

В п. 10.9.2 мы упомянули два способа описания событий — с помощью глубинно-падежных отношений и с помощью процедур. Эти **способы отражают соответственно семантическое и процедуральное описание весьма общего класса структур данных** для представления хорошо известных, стереотипизированных ситуаций, которые Минский называет «скелетами» (frame), а Шенк — «сценариями» (scripts). По существу *скелеты (сценарии)* — это совокупность условий применения предпосылок, моделей действия и выводов для достижения определенной цели, описывающей стереотипизированную ситуацию. Сценарий содержит целый ряд предпосылок, которые, как предполагается, достаточно хорошо описывают стандартный набор условий его активизации. Так, например, если мы рассматриваем сценарий «пойти на день рождения», то такие условия, как «одеть костюм», «купить подарок», будут считаться *стандартными*, в то время как «одеть каску» (во избежание обвала потолка) будут считаться *исключительными*. **Чем меньше предпосылок будет иметь сценарий, тем более общим он является, и наоборот. Число действительных характеристик ситуации, в которой активизируется сценарий, может не соответствовать числу его предпосылок.** В случае недостатка предпосылок оказывается необходимым введение в систему специализированных процедур, соответствующих избыточным (и поэтому исключительным) характеристикам ситуации. Однако в этом случае сценарий может быть использован для указания того, какого рода специализированные процедуры необходимы. Заметим, что в сценарии создаются ветвления, соответствующие исключительным для него условиям.

В случае избытка предпосылок сценарий не может функционировать целиком, однако при этом могут образовываться неполные выводы или

(и) указания того, каких характеристик ситуации не хватает для полного использования сценария.

В процессе выполнения сценария могут возникнуть новые ситуации, требующие вызова других сценариев, так что могут **образовываться последовательные, вложенные, рекурсивные или параллельные композиции сценариев**. В рамках настоящего параграфа мы ограничимся кратким описанием **семантического представления сценариев** (именуемого впредь *сценарием*) и **процедурального представления сценариев** (именуемого впредь *скелетом*) применительно к их использованию в семантических сетях представления истин.

Назовем *сценарием* совокупность событий и свойств, связанных отношениями с помощью соответствующих дуг и понятий, заполняющих глубинные падежи, или с помощью отношений времени и (или) причины-следствия. С **операциональной точки зрения сценарий следует рассматривать как некоторый сложный образец истины, который при сопоставлении его с некоторой структурой позволяет системе делать определенные выводы и предсказания**. В качестве простейшего сценария можно было бы привести высказывание на рис. 10.14 (при условии замены фактуальных вершин на общие), которое могло бы сопоставляться со структурой, где Виктор вводил бы вполне определенное высказывание во вполне определенную сеть. Этот сценарий, однако, тривиален, поскольку в нем не содержится возможности делать какие-либо выводы или предсказания.

Между сценариями могут быть установлены SUP- и SUB-отношения. Этого можно достигнуть, строя SUP- или SUB-объекты объектов, входящих в определение сценария. Сценарии могут быть организованы в структуры, связанные *определяющим отношением* (отношением DEF). Это отношение задает организацию сценария как композицию других, более простых сценариев, причем, как указывалось ранее, эта композиция может быть последовательной, вложенной, рекурсивной или параллельной. В частности, может быть реализована структура сценариев, аналогичная пропозициональному графу. Сценарии задаются совокупностью вершин, отражающей структуру событий той или иной степени сложности и общности, а также действующих лиц и характеристик событий, связанных с событиями глубинно-падежными отношениями.

В отличие от сценариев, *скелеты* представляются в семантической сети представления истин специальными вершинами. Прежде всего рассмотрим отличия вершин скелетов от обычных вершин семантической сети представления истин.

1. Прежде чем переходить от вершины скелета к связанным с ней вершинами, следует осуществить проверку применимости скелета. Если он неприменим, то необходимо обратиться к списку альтернативных скелетов, описывающих сходный класс ситуаций. В случае применимости скелета он может определить, по каким дугам идти дальше и в каком порядке.
2. При достижении некоторого скелета он может взять на себя управление и уже не возвращать его вызвавшему скелету.
3. С вершиной скелета могут быть связаны дугами некоторые *субскелетные вершины*. Здесь под *субскелетными вершинами* мы подразумеваем вершины, которые не входят в семантическую сеть представления истин, могут быть выбраны только при **активации соответствующих скелетов к которым соотносятся некоторые процедуры или функции**. Последние могут проверять условия и выполнять действия, используя для этого другие субскелетные вершины данного скелета или скелета, который вызвал данный скелет. В частности, через указанные процедуры (функции) могут быть активированы другие скелеты. Схема скелета приведена на рис. 10.27.

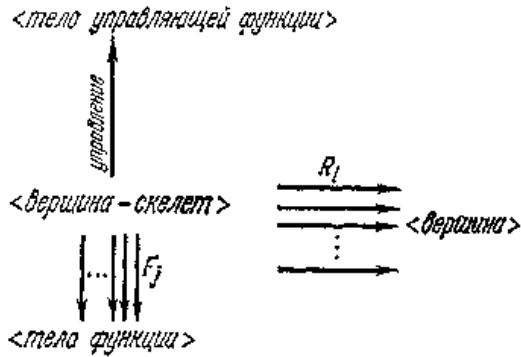


Рис. 10.27. Схема скелета.

Здесь R_i — обычные отношения, заданные в семантической сети представления истин, «управление» — дуга, ведущая к вычислению тела управляющей функции (проверка применимости скелета, указание последовательности перехода к субскелетным вершинам, возврат управления вызывающему скелету), F_j — метки дуг, направленных к субскелетным вершинам. Если дуга F_j выбрана управляющей функцией, то вычисляется тело процедуры или функции F_j . Заметим, что в случае невыполнения некоторых из условий F_j может сигнализировать о недостатке информации о характеристиках ситуаций.

10.9.5. Процессы понимания и вывода в семантических представлениях истин.

В предыдущих разделах этого параграфа мы описали различные элементы представления семантического знания в семантических сетях представления истин. Сейчас нам предстоит рассмотреть ряд вопросов, связанных с обработкой информации в сети представления истин. К числу этих вопросов относятся:

- как извлекать необходимую информацию?
- как вводить новую информацию в сеть?
- каким образом выделять в сложных и разветвленных сетях представления истин участки, имеющие отношение к интересующей систему области?
- как осуществлять процессы вывода ответов на вопросы, заданные семантической сети представления истин?

Оказывается, что ответы на эти вопросы тесно связаны между собой и основаны на общей трактовке процессов понимания. Мы **определяем понимание как интерпретацию новых фактов относительно текущего контекста**. Более формально, пусть $C(T_1, T_2, \dots, T_i)$ — ситуация или *контекст*, установленный в результате понимания последовательности высказываний T_1, T_2, \dots, T_i . Пусть далее $I(T_{i+1}, C(T_1, T_2, \dots, T_j))$ — *интерпретация входного высказывания* T_{i+1} в контексте, установленном T_1, T_2, \dots, T_j . Тогда **эффективный алгоритм вычисления $I(T, C)$ называется пониманием**. С точки зрения нашего определения все поставленные выше вопросы обретают общую концептуальную основу. Нам необходимо применить общие методы эффективного поиска участка семантической сети представления истин, имеющего отношение к рассматриваемой области (или к заданным вопросам, или вновь вводимому высказыванию), и уже только потом осуществить некоторые специализированные манипуляции в зависимости от конкретного характера задачи.

Развитие семантических представления истин началось с работ Кононюка А.Е. в 2014 г.. В них в качестве истин определялись понятия и свойства, а основным видом отношений были транзитивные теоретико-множественные и логические отношения. Классические сети представления истин носили, во-первых, статический и декларативный характер и, во-вторых, обладали значительной однородностью. Эта однородность позволила описать процессы выделения контекста в таких сетях представления истин с помощью одного базового метода *поиска пересечений*, выделяющего участок сети представления истин,

связанный с входными понятиями X_1, X_2, \dots, X_n . Суть метода состоит в том, чтобы, начиная от вершин X_1, X_2, \dots, X_n и двигаясь по дугам, помеченным транзитивными отношениями, искать такие понятия истин (возможно, ближайшие в некотором смысле), которые находятся на пересечении построенных путей. Тогда множество пройденных вершин и соединяющих их дуг образуют *контекст*, связывающий исходные понятия истин X_1, X_2, \dots, X_n . Транзитивность отношений позволяет строить достаточно длинные пути. Проиллюстрируем сказанное для случая двух исходных понятий истин X, Y и транзитивного отношения R на примере ряда вопросов и ответов относительно связи X и Y (в качестве R берется отношение SUB). Для того чтобы определить, находится ли X в отношении R с Y , ищутся все возможные пересечения X и Y . При этом может возникнуть ряд вариантов.

1. Некоторый путь связывает X с Y , т. е. XY
2. Некоторый путь связывает Y с X , т. е. $XR^{-1}Y, R^{-1}$ — обратное и потому также транзитивное отношение.
3. Пути, начинающиеся в X и Y , не пересекаются.
4. Существует пересечение путей, начинающихся в X и Y , т. е.

$$(\exists w)(XRw \wedge YRw). \quad (10.25)$$

В случае 1 мы даем утвердительный ответ на вопрос, является ли X SUB-истиной для Y .

Пример. Является ли Шарик собакой?

Да.

В случае 2 утвердительный ответ можно дать лишь в некоторых частных случаях.

Пример. Является ли собака Шариком?

Возможно, что да.

В случае 3 ответ является отрицательным, так как X и Y не имеют общих SUP-истин.

Пример. Является ли трамвай желанием?

Нет.

Рассмотрим подробнее случай наличия пересечения (или пересечений) входных объектов (истин). Здесь следует выделить три случая:

а) X и Y взаимно исключают друг друга.

Ответ отрицательный.

Пример. Является ли собака кошкой? (пересечение — млекопитающее).

Нет.

б) X и Y содержат идентичные свойства с различными, по крайней мере для одного свойства, значениями.

Ответ отрицательный.

Пример. Является ли индеец лордом?

Нет.

в) Свойства X и Y , а также значения этих свойств не различаются. Здесь возможны два подслучая. Если X и Y обладают в сети представления истин исчерпывающим списком свойств, то следует вывод об идентичности X и Y , т. е. ответ утвердительный. Если же список свойств X и Y не является исчерпывающим, то точный ответ неизвестен и следует применять приближительные методы, в частности, *функциональный, негативный и индуктивный*. Мы не будем останавливаться на этих методах. Отметим лишь, что *индуктивный вывод в семантических сетях представления истин играет важную роль при вложении новой информации в сеть*. Действительно, если в сеть «часто» (в некотором смысле) вводятся понятия с одинаковым значением некоторого свойства, то есть смысл приписать это свойство общему SUP-понятию вводимых понятий. Например, если воробы, грачи, ласточки и т. д. летают, то это свойство следует приписать понятию «птица». Здесь реализуется *режим обобщения индуктивного вывода*. Поскольку отклонения от этого свойства редки (например, пингвин не летает), то такие отклонения следует приписывать самим вводимым понятиям. Это — *режим дискриминации индуктивного вывода*. Итак, в процессе ввода информации в сеть представления истин **общие свойства обобщаются, а частные — дискриминируются.**

Рассмотрим теперь, как выделяется контекст в семантических сетях представления истин с событиями и сценариями. Этот процесс осуществляется путем построения *неполных выводов, ожиданий и предсказаний*. Ввод некоторого объекта (истины) в контекст представляет собой *ожидание* системой представления истин того, что этот объект (истина) вскоре понадобится. Это ожидание создает некоторые неполные пути вывода, причем «дырки» в этих путях образуют предсказание необходимой дополнительной информации. По мере ее поступления пути вывода наполняются недостающими деталями. Заметим, что таким выводам должны быть присвоены эвристические оценки с целью ограничения глубины их распространения и, следовательно, излишнего расширения контекста.

Рассмотрим три примера выделения контекста при работе со сценариями:

1. *А вырабатывает В*, где A — событие или сценарий, B — понятие (формально это могло бы быть представлено как $A \text{ result } B$, result — глубинный падеж). Этот пример соответствует окончанию работы сценария A и вычислению частного случая (подстановки) B . Последний добавляется к контексту. Если оказывается, что B используется другим событием или сценарием C в качестве входа, то возникает

предсказание активации C , причем указанный вывод объясняет, почему B — предусловие C .

2. A вызывает B , т.е. B — следствие A (формальная запись A effect B , effect — отношение причины-следствия). После вычисления A следует активировать B , найти его соответствующий частный случай и поместить в контекст. Это ожидание позволяет системе предсказать большую часть сценария на основе его небольших фрагментов. Точно так же, как только вычислен B , предположение о том, что существует A , которое вызвало B , является весьма правдоподобным и сильным.

3. B — предусловие A (формальная запись — A prereq B , prereq — отношение причины-следствия). Здесь B может быть характеристикой или событием. Если A введено в контекст, то мы можем уверенно ввести и B в контекст, поскольку A не может быть вычислено, пока B не будет удовлетворено. С другой стороны, если B уже находится в контексте, это серьезное основание для предсказания того, что A должно быть введено в контекст.

Таким образом, образование контекста является фактически процессом создания виртуальной базы данных.

Естественно, что контекст оказывает влияние на ввод новой информации в сеть. Рассматривая этот процесс, следует подчеркнуть, что наличие сценариев обуславливает определенную стратегию введения: мы заинтересованы в том, чтобы сопоставить вводимую информацию с наиболее конкретным сценарием из всех возможных, причем возможно, что в случае неоднозначности либо потребуется дополнительная входная информация, либо информация будет помещена на тот уровень, где еще имеется однозначность, и будет «спущена» SUB-сценариям по мере поступления уточняющей информации.

Сущность алгоритма ввода новой информации состоит в поиске всех кандидатов-сценариев, сопоставляющихся вводимой структуре путем последовательного анализа всех событий и характеристик. В случае нахождения некоторого сценария S производится сопоставление входной структуры всем SUB-сценариям S . Таким образом, создается список наиболее конкретных SUB-сценариев, сопоставляющихся входной структуре. После этого поиск идет ниже (в смысле SUB) каждого из этих SUB-сценариев в попытке найти частное сопоставление с входной структурой. В результате или часть структуры идентифицируется с уже существующими в сети вершинами, или новые вершины создаются и помещаются ниже всех сценариев в списке.

Взаимодействие описанного процесса с установленным к этому моменту контекстом заключается в том, что

— поиск производится, начиная с контекста, и лишь при неудаче распространяется вверх по сети (в смысле отношения SUP);

— в случае, если сопоставление происходит вне контекста, эта часть семантической сети с соответствующими путями вывода присоединяется к контексту.

Таким образом, и в сложных декларативно-процедуральных семантических представлениях истин процессы выделения контекста и вложения новой информации тесно связаны.

11. Решение задач формирования представлений истин методами эвристического поиска истин

11.1. Вводные замечания

Основой всех стратегий решения задач в области представлений истин является метод поиска истин. Для задач практической степени сложности поиск истин должен направляться с помощью некоторого механизма управления, причем мы отвергаем возможность использования исчерпывающего поиска истин или поиска истин, управляемого случайным механизмом. Решающим аргументом в пользу такого решения является тот факт, что в принципе пространство поиска истин может быть бесконечным.

Эвристически эффективная стратегия представляет собой совокупность двух механизмов: *механизма генерации элементов пространства поиска истин* — кандидатов в решающую последовательность и *механизма управления генерацией*, работа которого основывается на информации о пространстве поиска истин, а также свойствах цели и уже построенных элементов истин.

Степень эвристической эффективности стратегий определяется прежде всего тем, как извлекаются указанная информация и свойства и как они используются механизмом управления в поиске решения задач в области представления истин. Таким образом, мы можем выделить в каждой стратегии **синтаксическую, или структурную компоненту (генерация), и семантическую, или смысловую компоненту (управление поиском истин)**. Важно отметить, что семантическая компонента вносится в процесс решения задачи представления истин *стратегией* во всех представлениях, кроме семантических сетей представления истин (10.3)

При построении стратегий представления истин мы стоим перед необходимостью разрешить противоречие между *качеством решения* и его *эффективностью*, где под *качеством* мы понимаем свойства решения (длина решающего пути, количество вершин в решающем графе и т. д.), а под *эффективностью* — количество ресурсов, затраченное при поиске решения (общее число генерированных вершин и т. д.).

Поскольку нашей задачей является построение эвристически эффективных стратегий представления истин, мы не рассматриваем стратегии типа поиска в ширину, которые, хотя и позволяют найти все решения и, следовательно, наиболее качественные, представляют собой модель исчерпывающего поиска, а потому эвристически неэффективны. План настоящей главы состоит в том, чтобы для каждого из представлений истин в виде задачи эвристического поиска истин построить стратегию представления истин, позволяющую найти решение наилучшего качества, если оно имеется, а затем исследовать пути повышения эвристической эффективности, возможно, с риском потерять решение наилучшего качества.

11.2. Стратегии представления истин, основанные на поиске в графе вывода

11.2.1. Алгоритм поиска решающего графа

В п.10.6 мы рассмотрели одно обобщенное декларативное представление истины в виде графа вывода, из которого в качестве частных случаев вытекают представления истин в виде пропозиционального графа, графа доказательства теорем и графа пространства состояний истин. В обобщенном декларативном представлении истин решение задачи сводится к поиску *беспосылочного редуccionного вывода (решающего графа) в графе вывода*. Мы опишем алгоритм поиска решающего графа в графе вывода как механизм генерации элементов пространства поиска истин, а затем рассмотрим некоторые общие характеристики этого алгоритма, в том числе касающиеся механизма управления.

Этот алгоритм носит скорее иллюстративный характер: во-первых, он демонстрирует стиль построения алгоритмов в частных теоретико-графических представлениях, во-вторых, на примере этого алгоритма мы покажем общий сценарий, по которому в последующих параграфах будут рассматриваться стратегии представления истин в этом классе определений истин. При этом не утверждается, что этот алгоритм

окажется наиболее эффективным (в отношении быстрей действия и требуемой памяти) для всех частных случаев.

Введем два направления поиска — *прямое*, т. е. от посылок к заключению (F), и *обратное* (B). Будем называть *вывод генерированным*, если генерированы все его истинные высказывания и акты вывода представлений истин, даже если это произошло в процессе генерации другого вывода. На каждом шаге мы будем выбирать одно из направлений поиска, причем, если не окажется ни одного вывода представления истины — кандидата на генерацию, то алгоритм терпит неудачу. В противном случае он выбирает наилучшего кандидата в текущем направлении и генерирует все ранее негенерированные высказывания применением одного ранее негенерированного акта вывода, принадлежащего этому направлению. Если при этом не получено решение, то алгоритм вновь выбирает направление, выбирает кандидата на вывод представления истины, и т. д. до тех пор, пока не будет получено решение. Соответственно направлениям поиска мы выделяем два множества F и B . F содержит все уже генерированные истинные высказывания и акты вывода, принадлежащие беспосылочным выводам (БВ). B содержит все уже генерированные истинные высказывания и акты вывода, принадлежащие редукционным выводам (РВ). Заметим, что пересечение F и B не обязательно должно быть пустым до получения решения.

Определим формально кандидаты на генерацию в направлениях F и B . Пусть существует акт вывода, не принадлежащий F , но все посылки которого принадлежат F . Тогда любой БВ, состоящий из этого акта вывода, его заключения и, для любой посылки акта вывода, точно одного БВ, содержащегося в F и имеющего эту посылку как заключение, называется *кандидатом на генерацию в направлении F* . Пусть D_0 — РВ, содержащийся в B , и каждая посылка D_0 есть заключение некоторого акта вывода, не принадлежащего B . Тогда любой РВ, состоящий из точно одного такого акта вывода, его посылок и D_0 , называется *кандидатом на генерацию в направлении B* .

Предположим, что на выводах определена **мера качества**, так что для любой совокупности выводов можно выбрать вывод наилучшего качества (ни один из выводов, принадлежащий этой совокупности, не имеет лучшего качества, чем выбранный).

Тогда алгоритм поиска беспосылочного редукционного вывода может быть представлен следующими шагами:

1. F и B в начальном состоянии — пустые множества.
2. Выбрать направление X генерации (F или B).

3. Если нет кандидатов на генерацию в направлении X , неудача. В противном случае продолжать.
 4. Выбрать и генерировать вывод-кандидат D для X , имеющий наилучшее качество в направлении X . Генерация производится путем добавления к множеству X одного акта вывода и всех истинных высказываний в D , еще не принадлежащих X .
 5. Добавить к F и B все акты вывода и истинные высказывания, принадлежащие уже сгенерированному БВ истинного высказывания в V .
 6. Успешное решение, если а) решающий вывод содержится в F или B , б) нет кандидата на генерацию в направлении F или B , имеющего лучшее качество, чем D . В противном случае перейти к шагу 2.
- На рис. 11.1 представлен пример состояния пространства поиска в начале цикла работы алгоритма.

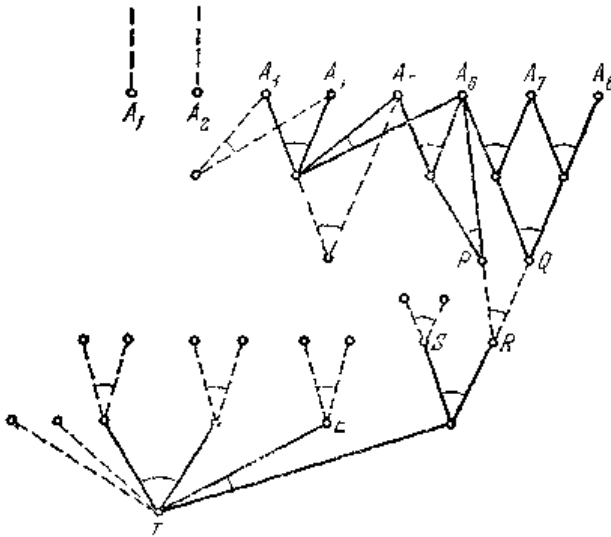


Рис. 11.1. Состояние пространства поиска в начале цикла работы алгоритма.

Сплошные линии — дуги, принадлежащие уже сгенерированным выводам. Пунктирные линии — дуги, принадлежащие выводам, которые являются кандидатами на генерацию. Остальные выводы на рисунке не показаны. У аксиом A_1 и A_2 пунктиром показаны

фиктивные акты вывода (по определению, A_1 и A_2 являются их заключениями). У A_3 — A_8 фиктивные акты вывода не показаны. Акт вывода с посылками P и Q и заключением R является частью кандидата на генерацию как в направлении F , так и в направлении B . Множества F и B пока не имеют общих элементов.

Пусть на шаге 2 алгоритма выбрано направление B и выбранным кандидатом на генерацию является PB с посылками E, S, P, Q . На шаге 4 к B добавляются истинные высказывания P, Q и акт вывода, содержащий их как посылки. Этот же акт вывода добавляется к F вместе с заключением R . Одновременно к B добавляются все истинные высказывания и акты вывода в выводах, имеющих P и Q как заключения.

11.2.2. Свойства алгоритма.

Полнота. *Стратегия поиска (формирования) истинных высказываний (представлений истин) называется полной, если она найдет решение всегда, когда оно существует. Поисковая стратегия будет исчерпывающей для направления X , если она генерирует все истинные высказывания и акты вывода истинных высказываний, которые могут быть генерированы в направлении X . Очевидно, что любая исчерпывающая поисковая стратегия полна. Однако и в случае бесконечного количества альтернатив вывода (бесконечного дизъюнктивного ветвления) поисковая стратегия может быть полна.*

Упорядочение выводов по качеству называется квазиконечным для направления X , если для любого вывода D существует только конечное число выводов, имеющих качество, лучшее или равное качеству D .

Теорема 11.1. *Любая двунаправленная поисковая стратегия, использующая квазиконечное упорядочение выводов по качеству для направления X , полна при условии, что она не становится однонаправленной в противоположном X направлении.*

Доказательство. Пусть D^* — решение, не порожденное поисковой стратегией. Тогда существует некоторый $D \subset D^*$, который на каком-то шаге стал кандидатом на генерацию в направлении X , но не был генерирован. Тогда, если поисковая стратегия не становится однонаправленной в направлении X и не нашла другого решения, она должна генерировать в направлении X кандидаты на вывод $D_1, D_2, \dots, D_n, D_{n+1}, \dots$, не оканчивая работы. Но по определению квазиконечности один из них, например D_n , должен иметь качество, худшее, чем D , что противоречит нашему предположению.

Допустимость. Поисковая стратегия называется *допустимой*, если она

находит наилучшее решение всегда, когда оно имеется. Нам необходимо определить **понятие наилучшего решения**. Пусть f — действительная неотрицательная функция, определенная на множестве выводов. Назовем f *оценочной функцией*, если D_1 имеет *лучшее качество*, чем D_2 , когда

$$f(D_1) < f(D_2). \quad (11.1)$$

D_1 и D_2 равнокачественны, когда

$$f(D_1) = f(D_2). \quad (11.2)$$

Оценочная функция *монотонна*, если из $D' \subseteq D$ следует

$$f(D') \leq f(D). \quad (11.3)$$

Монотонная оценочная функция характеризует меру сложности решающего вывода. Существует несколько распространенных вариантов меры сложности:

- *размер* — число истинных высказываний в выводе;
- *уровень* — наибольшее число истинных высказываний, измеряемое вдоль какой-либо ветви вывода;
- *суммарная сложность (стоимость)* — сумма всех сложностей (стоимостей), каждая из которых связана с одним из истинных высказываний в выводе;
- *максимальная сложность (стоимость)* — наибольшая сумма сложностей (стоимостей), измеренная для всех истинных высказываний вдоль какой-либо ветви вывода.

Решение называется *наилучшим*, если оно обладает наименьшей мерой сложности среди всех решающих выводов на графе вывода.

Диагональной поисковой стратегией (ДПС) называется стратегия, использующая такую оценочную функцию, что

$$h(D) = f(D) - g(D) \geq 0 \quad (11.4)$$

для всех выводов D , $g(D)$ — мера сложности вывода D такая, что $g(D') \leq g(D)$, если $D' \subseteq D$. Функция h называется *эвристической функцией* и оценивает сложность части наилучшего решения D^* , дополнительную к D . Тогда оценочная функция может рассматриваться как оценка сложности наилучшего решения D^* , содержащего D .

Таким образом, ДПС выбирает и генерирует всегда тот из кандидатов на вывод, который имеет наименьшую оценочную функцию вида

$$f(D) = g(D) + h(D). \quad (11.5)$$

Геометрическая интерпретация ДПС иллюстрируется на рис. 11.2.

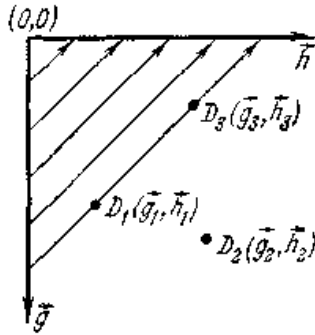


Рис. 11.2. Геометрическая интерпретация диагональной поисковой стратегии

Здесь точки в системе координат (\vec{g}, \vec{h}) представляют собой акты вывода, порожденные поисковой стратегией в процессе выбора кандидата на вывод D с $g(D) = \vec{g}$ и $h(D) = \vec{h}$. В силу монотонности функции f и свойств ДПС поиск решения идет от *более коротких диагоналей к более длинным*, так что D_2 будет всегда порождаться после D_1 . ДПС называется *ограниченной*, если для всех кандидатов на вывод D

$$f(D) \leq g(D^*), \quad (11.6)$$

где $D \subseteq D^*$, D^* - решающий вывод.

Из приведенного определения очевидно, что оценочная функция для ограниченной ДПС монотонна и $h(D^*) = 0$, т. е. в интерпретации рис. 11.2 все решающие выводы лежат на оси \vec{g} .

Теорема 11.2. *Ограниченная ДПС допустима.*

Доказательство. Предположим, что ограниченная ДПС нашла решение D^* , но существует решение D_0 , лучшее, чем D^* , а окончание работы алгоритма произошло потому, что ни один кандидат на вывод в направлении X не имеет качества, лучшего, чем D^* . Тогда в момент окончания работы некоторый $D'_0 \subset D_0$ является кандидатом на генерацию в направлении X . Однако в силу свойств ограниченной ДПС

$$f(D'_0) \leq g(D_0) < g(D^*) = f(D^*), \quad (11.7)$$

что противоречит условию окончания работы алгоритма.

Следствие. *Двухнаправленная ограниченная ДПС, использующая квазиконечное упорядочение выводов по качеству для направления X , допустима при условии, что она не становится однонаправленной в противоположном направлении.*

Оптимальность. Допустимая стратегия с эвристической функцией h_1 называется *оптимальной*, если она никогда не порождает большего количества истинных высказываний, чем другая допустимая стратегия с такой эвристической функцией h_2 , что $h_1(D) \geq h_2(D)$ для всех выводов и $h_1(D) > h_2(D)$ для некоторых из них.

Оптимальность алгоритма поиска решающего вывода в графе вывода может быть доказана лишь для некоторых его частных случаев. Поэтому рассмотрение вопроса об оптимальности мы выносим в параграфы, посвященные описанию алгоритмов поиска решения в частных представлениях истин.

Итак, в описанных стратегиях в качестве механизма генерации используется абстрактное преобразование, определенное на множестве высказываний в графе; в качестве механизма управления поиском используется оценочная функция, содержательно интерпретируемая количеством усилий, которые надо затратить для получения решения.

11.3. Поиск решений в пространстве состояний истин

11.3.1. Алгоритм и его свойства.

Решение задачи в продукционной системе сводится к поиску *решающего пути* в графе пространства состояний истин. Таким образом, механизм генерации в этом представлении определяется преобразованием $\Gamma(x)$, порождающим все дочерние вершины x . Выбор альтернативных путей поиска, или вершин-кандидатов на генерацию, связывается с классом оценочных функций $f(x)$, где x — вершины графа. Мы будем выбирать для генерации ту из вершин-кандидатов, для которой функция f принимает *минимальное значение*. Мы рассматриваем вариант алгоритма для одной начальной вершины $x_0 \in X_0$.

Пусть S — множество уже выбранных вершин, \bar{S} — множество вершин-кандидатов, $S \cap \bar{S} = \emptyset$, x_0 — начальная вершина, X_i — множество конечных вершин, $x_i \in X_i$, x — текущая вершина, $x \in X$, x_i — ее дочерние вершины. Тогда алгоритм поиска в графе пространства состояний истин представляется следующими шагами:

- 1) Поместить x_0 в \bar{S} и вычислить для нее $f(x_0)$.
- 2) Если $\bar{S} = \emptyset$, неудача, иначе продолжать.

3) Выбрать такую $x \in \bar{S}$, что $f(x) = \min_{y \in \bar{S}} f(y)$, и поместить ее в S ,

изъяв из \bar{S} .

4) Если $x \in X$, путь найден, окончание, иначе продолжать.

5) Найти все $x_i = \Gamma(x)$. Если $\Gamma(x) = \emptyset$, к шагу 2. Иначе вычислить все $f(x_i)$.

б) Для каждого x_i :

а) Если $x_i \notin S \cup \bar{S}$, то поместить x_i в \bar{S} .

б) Если $x_i \in \Gamma(x)$ и S , то сопоставить x_i наименьшую из старой и вновь полученной оценку $f(x_i)$.

в) Если $x_i \in \Gamma(x) \cap \bar{S}$, то сопоставить x_i наименьшую из старой и вновь полученной оценку $f(x_i)$, поместить x_i в \bar{S} (изъяв ее из S).

г) В остальных случаях не изменять S и \bar{S} .

7) Перейти к шагу 2.

Пункты 6б и 6в отражают действия алгоритма в случае, когда оператор Γ порождает уже рассмотренные ранее вершины, которые к этому моменту находятся либо в \bar{S} , либо в S . Естественно, что мы хотим приписать этим вершинам наименьшие из возможных оценочные функции. Этой проблемы не возникало бы при поиске в дереве, поскольку в этом случае имеется точно один путь из начальной вершины в данную.

Рассмотрим свойства этого алгоритма для класса ДПС, а затем укажем на некоторые возможные обобщения.

Поскольку представление в виде графа в пространстве состояний истин является частным случаем графа вывода, получаемым при исключении конъюнктивных вершин и ограничении числа дочерних вершин конечным числом, мы заключаем, что представленный выше алгоритм, управляемый ДПС, обладает полнотой.

Более того, в случае ограниченной ДПС алгоритм является допустимым, т. е. всегда находит наилучший в смысле минимума f решающий путь, если он существует.

Из определения оптимальности (п.11.2) ясно, что нам необходимо показать, что допустимая стратегия с эвристической функцией h_2 будет порождать любую вершину, которую будет порождать допустимая стратегия с функцией h_1 .

Теорема 11.3. *Ограниченная ДПС оптимальна.*

Доказательство. Пусть нам даны ограниченная ДПС \sum_1 с эвристической функцией h_1 и другая допустимая стратегия \sum_2 с эвристической функцией h_2 . Предположим, что существует такая

вершина x , которую генерирует Σ_1 , но не генерирует Σ_2 . Тогда для Σ_1 оценка в вершине x

$$f(x) = g(x) + h_1(x). \quad (11.8)$$

В силу свойства ограниченности стратегии

$$f(x) \leq f(x_i), \quad (11.9)$$

где $x_i \in X$, откуда

$$h_1(x) \leq f(x_i) - g(x) \quad (11.10)$$

Стратегия Σ_2 в силу допустимости может не генерировать вершину x только по одной причине: существует некий менее сложный путь к x , чем путь через вершину x . Поэтому для Σ_2 действительная стоимость пути к x_i через x

$$f^*(x) \geq f(x_i). \quad (11.11)$$

Подставляя (11.10) в (11.11), получаем

$$h_1(x) \leq g^*(x) - g(x) + h_2(x) \quad (11.12)$$

Однако из анализа шага б алгоритма ясно, что оценка $g(x)$ в результате повторного возврата к вершине x может, в крайнем случае, уменьшиться, т. е. для всех $x \in X$ и на любом шаге работы алгоритма $g^*(x) \leq g(x)$. Отсюда

$$h_1(x) - h_2(x) \leq 0, \quad (11.13)$$

что противоречит определению оптимальности. Отсюда выводим, что Σ_2 генерирует любую вершину, которую генерирует Σ_1 что доказывает теорему.

Замечание. Условие (11.3) монотонности ДПС позволяет вывести свойство меры сложности $g(x)$. Если $x \in S$, то это означает по построению алгоритма, что в этот момент $f(x) \leq f(y)$ для всех $y \in \bar{S}$. Поэтому и в силу монотонности, если мы вновь придем к вершине x из любой другой вершины, то новая оценка $f'(x) \geq f(x)$. Это означает, что при первой же генерации вершины x мы находим ее истинную меру сложности или, другими словами, при первом же включении x в S она уже находится на оптимальном пути из начальной вершины в x . Отсюда

$$g(x) = g^*(x) \quad (11.14)$$

и, следовательно, для алгоритма поиска, управляемого монотонной оценочной функцией, т. е. для допустимого алгоритма, шаги бб и бв могут быть без ущерба изъяты.

Необходимо указать на ряд важных особенностей алгоритма поиска, управляемого ограниченной ДПС. Допустимость стратегии гарантирует нахождение оптимального пути, однако при этом никак не оговаривается число генерируемых при этом вершин, т. е. фактически вычислительные ресурсы, необходимые для получения решения. Опти-

мальный путь будет найден с минимальными затратами, но лишь среди других допустимых стратегий.

Вполне вероятно, что путем отказа от допустимости мы могли бы, теряя гарантию найти оптимальный решающий путь, сократить число генерируемых вершин, получив, таким образом, некоторый компромисс между качеством получаемого решения и ресурсами, необходимыми для его получения, т. е. эффективностью алгоритма.

Далее, существенным дефектом ДПС является исследование всех альтернативных путей, имеющих одинаковое качество. Выбор вершины среди множества вершин с одинаковой оценочной функцией в рассмотренном выше алгоритме произволен, однако, в силу монотонности оценочной функции, алгоритм все время будет возвращаться к исследованию вершин в множестве \bar{S} , обладающих равным качеством с уже занесенной в S вершиной. В случае значительного количества равнокачественных текущих решений управление поиском с помощью ДПС окажется чрезвычайно слабым и алгоритм по своим вычислительным свойствам будет приближаться к полному перебору вершин из \bar{S} , т. е. будет скорее поиском в ширину, чем в глубину. Между тем в практически важных случаях пространство поиска истин весьма часто имеет вблизи решения **мезаструктуру, т. е. форму плато с мало отличающимися в точках пространства значениями оценочной функции.** Если же это плато находится вблизи локального оптимума (пространство поиска не унимодально), то это дополнительно ухудшает качество работы алгоритма.

Для улучшения положения можно наложить еще одно ограничение на ДПС. Если два кандидата на генерацию обладают равной оценочной функцией, но неодинаковой мерой сложности, т. е. для $x, y \in \bar{S}$

$$\left. \begin{aligned} f(x) &= f(y), \\ g(x) &> g(y) \end{aligned} \right\} \quad (11.15)$$

то выбирается для включения в S та вершина x , которая обладает большей мерой сложности, или большей стоимостью уже пройденного пути. Основанием для введения условий (11.15) является предположение, что путь от этой вершины к цели окажется короче ($h(x) < h(y)$). ДПС, удовлетворяющая условиям (11.15), называется *восходящей ДПС*. Геометрическая интерпретация этой стратегии очевидна из рис. 11.2. Дополнительно к направлению генерации, определяющему ДПС, добавляется направление генерации вдоль диагонали снизу вверх, предшествующее переходу с диагонали на диагональ, так что последовательность рассмотрения точек в координатах (g, h) будет D_1, D_3, D_2 .

Наконец, на качество работы алгоритма существенное влияние оказывает метод получения эвристической функции h .

Теорема 11. 4. *Для любой ограниченной ДПС и для всех $x \in X$, лежащих на некотором пути к целевой вершине,*

а) $h(x) \leq h^*(x)$, где $h^*(x)$ — истинная мера сложности оптимального пути от вершины x до целевой вершины;

б) стратегия с функцией $h^*(x)$ генерирует вершины только на оптимальном пути.

Таким образом, можно предположить, что с приближением h к h^* алгоритм, управляемый ограниченной ДПС, будет генерировать все меньшее число вершин. Однако эвристическая функция определяется на основании специфической информации о решаемой задаче, т. е. на основании знания глобальных свойств пространства поиска истин. Слабость знаний решателя задач об этих свойствах является отличительной чертой всех систем представления истин, поэтому мы не можем рассчитывать на сколько-нибудь точное знание эвристической функции (почему она и называется эвристической). Попытка более точно определить эвристическую функцию, в лучшем случае, приведет к более сложным вычислениям на каждой вершине, что отрицательно скажется на качестве работы алгоритма.

Заканчивая анализ ДПС как механизма управления поиском (представлений истин, истинных высказываний) в пространстве состояний истин, мы хотим еще раз подчеркнуть, что

- 1) Оптимальная стратегия гарантирует эффективность алгоритма только в классе допустимых стратегий.
- 2) Наличие равнокачественных решений ухудшает направленность поиска.
- 3) Выбор эвристической функции может серьезно повлиять на качество работы алгоритма.

11.3.2. Методы повышения эффективности поиска.

Теперь рассмотрим некоторые методы отказа от допустимости, которые могут привести к повышению эффективности алгоритма поиска. Мы опишем следующие возможности:

- 1) Более общее задание оценочной функции.
- 2) Динамическое изменение оценочной функции в ходе поиска решения.
- 3) Динамическое переупорядочение множества операторов G .
- 4) Динамическое отсечение вершин.

Общее задание оценочной функции.

Можно задать оценочную функцию в виде

$$f(x) = (1-\omega)g(x) + \omega h(x), \quad 0 \leq \omega \leq 1, \quad (11.16)$$

где $f(x)$ — монотонная оценочная функция. Отметим ряд частных случаев этой функции:

1) $\omega=0$ — алгоритм поиска в ширину, или *стратегия насыщения уровня*.

2) $\omega = \frac{1}{2}$ — только что рассмотренный класс ДПС.

3) $\omega=1$ — алгоритм, управляемый эвристической функцией.

Стратегия с оценочной функцией вида (11.16) обладает следующими свойствами:

1) *Стратегия полна при $\omega < 1$.*

2) *Стратегия с истинной эвристической функцией h^* оптимальна при $\frac{1}{2} \leq \omega \leq 1$.*

Чтобы проиллюстрировать повышение эффективности поиска для $\frac{1}{2} \leq \omega \leq 1$ по сравнению с ДПС, мы приведем таблицу 11.1 результатов, экспериментально полученных для одной из задач (действительная минимальная длина пути равна 32).

Таблица 11.1

ω	Количество генерированных вершин	Длина пути
0,5	1000	Отказ от продолжения поиска
0,75	317	38
0,89	431	62
0,94	279	62
1,00	514	80

Динамическое изменение оценочной функции. Мы рассмотрим два способа динамического изменения оценочной функции: *аналитический* и *эвристический*.

В первом случае задаем оценочную функцию в виде

$$f(x) = g(x) + \omega(x)h(x). \quad (11.17)$$

Весовой коэффициент является функцией вершины. Желательно, чтобы он был убывающей функцией расстояния вершины от начальной

вершины. В этом случае в близких к начальной вершине уровнях осуществлялся бы поиск в глубину, избегающий рассмотрения равнокачественных вершин вдали от целевой вершины. По мере приближения к цели поведение алгоритма могло бы изменяться в сторону стратегий с насыщением уровня, т. е. к более подробному исследованию окрестности текущей вершины $x \in \bar{S}$. Положим

$$\omega(x) = 1 + e^{-\frac{e \cdot l(\mu(x_0, x))}{n}}, \quad (11.18)$$

где $0 < e < 1$, $l(\mu(x_0, x))$ — длина пути от начальной вершины к вершине x . Оценочная функция (11.17) с весовым коэффициентом (11.18) будет обладать описанным выше поведением, если $g(x)$ меняется без больших скачков.

Стратегия, управляемая функцией (11.17), обладает одним важным свойством.

Теорема 11.5. *Стратегия с оценочной функцией (11.17), взвешивающим коэффициентом (11.18) и эвристической функцией $h(x) \leq h^*(x)$ для всех $x \in X$ находит решающий путь, стоимость которого не превышает стоимость оптимального пути более чем в $(1+e)$ раз.*

Доказательство. Пусть m — стоимость пути, найденного стратегией при данном e , а L — стоимость оптимального пути. Пусть $x \in \bar{S}$ — вершина на оптимальном пути. Тогда из (11.17) и (11.18)

$$f(x) < g(x) + (1+e)h(x). \quad (11.19)$$

Так как $h(x) \leq h^*(x)$, то

$$f(x) < g(x) + h^*(x) + eh^*(x). \quad (11.20)$$

Так как x лежит на оптимальном пути, то

$$f(x) < L + eh^*(x), \quad (11.21)$$

откуда

$$f(x) < L(1+e). \quad (11.22)$$

Но по оценке нашей стратегии $m \leq f(x)$, так что

$$m < L(1+e), \quad (11.23)$$

что доказывает теорему.

В таблице 11.2 приведены экспериментальные результаты поиска в графе, сравнивающие работу стратегии с $\omega(x)h(x)$ и ДПС (известная оптимальная длина решающего пути равна 246).

Таблица 11.2

Стратегия	Длина решающего пути	Количество генерированных вершин
Стратегия со взвешиванием, $e=0,6$	260	353
Стратегия со взвешиванием, $e=0,4$	253	474
Диагональная поисковая стратегия	Отказ от продолжения поиска	500

Идея *эвристического* метода динамического изменения оценочной функции заключается в том, чтобы обновлять ее в процессе решения задачи на основе анализа уже построенных частичных поисковых деревьев и с помощью соответствующей техники усреднения и оптимизации. **Мы называем этот метод эвристическим, потому что нет никакой гарантии, что поисковое пространство достаточно однородно, чтобы частичные деревья являлись представительной выборкой.**

Кроме того, успех этого метода в значительной степени зависит от того, насколько удачно выбрана оценочная функция (с точки зрения ее близости к действительной стоимости пути).

Динамическое отсечение вершин. Несмотря на те или иные меры, принятые для улучшения качества работы алгоритма, возникает вопрос, что делать, когда вычислительные ресурсы (память или время) исчерпаны, а решение еще не найдено. В случае переполнения памяти выход заключается в том, чтобы отметить частичный путь из вершины $x \in \bar{S}$ с наименьшим значением $f(x)$ к начальной вершине и затем стереть ту или иную часть построенного к этому моменту дерева. Например, можно запомнить часть этого пути, начиная с начальной вершины, и стереть все дерево поиска, кроме той его части, которая строится из последней вершины на запомненном пути. Этот вариант отсечения вершин является, в известной мере, аварийным. Более интересной представляется процедура оценки вершин в зависимости от оценок дочерних вершин путем их частичной генерации. Идея заключается в том, чтобы подвергнуть относительно большое число вершин в \bar{S} частичной генерации, используя лишь небольшое

подмножество множества применимых к ним операторов. При этом часть вершин на основании такого просмотра вперед может быть сразу оценена как бесперспективная и отсечена. Эта оценка может быть приведена, например, на основе смешанной оценочной функции вида

$$f'(x) = \frac{f(x) + w \sum f(\Gamma'_i(x))}{1 + w(j-1)}, \quad (11.24)$$

где $\Gamma'_i, i=1, 2, \dots, j-1$ —выбранные для просмотра операторы, w — вес. Очевидно, что здесь мы сталкиваемся с необходимостью оценить относительные затраты на поиск без отсека и дополнительные вычисления оценочных функций во всех вершинах, сопоставив их в каждом конкретном случае для принятия решения об использовании этого метода. Кроме того, очевидно, что при динамическом отсеке нет никакой гарантии, что мы не отсекаем именно те вершины, которые окажутся на оптимальном пути (отказ от допустимости).

Динамическое переупорядочение операторов. Идея динамического переупорядочения операторов заключается в том, чтобы по мере накопления опыта в процессе решения задачи или класса задач решатель мог упорядочивать множество операторов по их полезности, испытывать затем при решении этой задачи или сходных с ней задач операторы в установленном порядке, сокращать постепенно это множество до наиболее полезных операторов и в идеале сопоставлять определенные группы операторов определенным категориям состояний истин.

Желательно, чтобы решатель задач по мере накопления опыта синтезировал классификационную таблицу множества операторов и классов состояний истин, к которым эти операторы целесообразно применять.

Применительно к представлению истин в пространстве состояний истин задача может быть представлена следующим образом. Вместо оператора Γ мы вводим упорядоченное множество операторов $\Gamma' = \{ \Gamma'_i / i=1, 2, \dots, m \}$, так что Γ'_i — i -й элемент этого множества, $\Gamma'_i = X \rightarrow X$. Γ' следующим образом связан с Γ : пусть $X_j = \Gamma(x_j)$ и

$$X'_j = \bigcup_{i=1}^m \Gamma'_i(x_j);$$

тогда, если $x_k \in X$ то $x_k \in X'_j$. Другими словами для всех j $X_j \subseteq X'_j$, т. е, мы допускаем синтез некоторых операторов и добавление их к множеству Γ .

В наиболее очевидном варианте динамическое переупорядочение операторов может быть реализовано следующим образом. Первоначально порядок операторов в Γ' произволен (например,

задается случайным механизмом генерации индексов $i, i=1, 2, \dots, m$)
Задается функция $\varphi: X \rightarrow \Gamma'$, отображающая $x_j \in X$, такие, что

$$f(x_j) = \min_{x_k \in S} f(x_k) \text{ в порядковый номер оператора, т. е. для каждой}$$

вершины, выбранной для перенесения в S , операторы испытываются в порядке, установленном к данному моменту. Далее, в процессе анализа частичных поисковых деревьев те операторы, которые были применены и соответствуют дугам на оптимальном пути в этих деревьях, «поощряются» уменьшением их индекса в множестве Γ' , а примененные операторы, соответствующие дугам вне оптимального пути, «наказываются» увеличением индекса. Эта схема может быть усилена, так что операторы из некоторого подмножества $\Gamma'_r \subset \Gamma'$, $r=s, s+1, \dots, m$, в случае получения ими очередного «наказания» отбрасываются. В то же время к вершинам $x_j \in \bar{S}$, выбранным для генерации, применяется лишь ограниченное множество операторов $\Gamma'_p \subset \Gamma'$, $p=1, 2, \dots, s-1$. В этом случае обновление Γ'_p происходит за счет перехода «наказанных» операторов из «высшей лиги» в «низшую» и замены их операторами из низшей лиги.

Кардинальное решение проблемы переупорядочения операторов следует искать на пути разбиения поисковых пространств истин на обладающие различными свойствами области истин в духе рассмотренных нами в задаче о миссионерах и людоедах или образов Сэндуолла. Естественно предположить, что каждой такой области истин в результате накопления опыта или непосредственно из ее анализа можно было бы соотнести свое небольшое специализированное множество операторов. Такие множества могли бы составить основу для эффективного поиска решений, однако решение этой задачи является производным от более общей проблемы глобального исследования пространства поиска истин и преобразования представления истин, которая, как отмечалось выше, еще не нашла своего решения

Наше доказательство допустимости и оптимальности ДПС имело своей целью построение такой стратегии, которая находила бы наилучшие в смысле минимума оценочной функции решения. Из обсуждения, касающегося работы ДПС в случае большого числа равнокачественных альтернатив, ясно, что ДПС даже в большей степени подходит для поиска всех наилучших решений, чем для поиска только одного такого решения. Это вытекает из того, что если алгоритм ДПС нашел наилучшее решение, то к этому моменту он либо раскрыл остальные лучшие решения, либо находится весьма близко к их раскрытию. Однако часто, в особенности для больших поисковых пространств,

ставится задача поиска любого решения В этом случае применение ДПС является весьма неэффективным опять-таки в силу параллельного исследования равнокачественных альтернатив.

Таким образом, при необходимости найти любое решение целесообразен сознательный отказ от допустимости алгоритма и использование других поисковых стратегий. В частности, хорошо для этой цели могут подойти стратегии с большим ω в формуле (11. 17).

11.4. Двухнаправленный поиск решения в пространстве состояний истин

В случае, когда целевое состояние задано явным образом, возможно осуществлять поиск решения в графе как от начальной вершины к конечной, так и от конечной вершины к начальной. Эти два направления поиска могут быть объединены в единый процесс двухнаправленного поиска. Основанием для конструирования такого алгоритма является факт экспоненциального роста поисковых деревьев и предположение, что при этом два более коротких диаметра поиска будут генерировать меньше вершин, чем один длинный (здесь под **диаметром поиска мы понимаем глубину проникновения механизма генерации в поисковом пространстве, т. е длину максимально удаленного от начала поиска пути**).

Мы вновь вводим некоторую оценочную функцию для управления поиском. Однако, поскольку поиск производится в двух направлениях, оценочная функция должна быть определена для обоих направлений — **прямого (F) и обратного (B)** Пусть она равна f_F и f_B соответственно. В следующем определении алгоритма сохраняются все обозначения из предыдущего параграфа, a_{min} равна текущему минимуму стоимости уже найденного пути, \bar{T} и T — множества вершин-кандидатов и генерированных вершин в направлении B , $f_F(x)=g_F(x)+h_F(x)$, $f_B(x)=g_B(x)+h_B(x)$, где $h_F(x)$ и $h_B(x)$ — оценки минимальных стоимостей путей $\mu(x_1, \dots, x_i)$ и $\mu(x_0, \dots, x_i)$ соответственно.

- 1) Поместить x_0 в \bar{S} и вычислить $f_F(x_0)$, поместить x_i в \bar{T} и вычислить $f_B(x_i)$. Установить $a_{min}=\infty$.
- 2) Выбрать направление F (продолжать) или B (к шагу 4).
- 3) Выбрать такую $x \in \bar{S}$, что $f_F(x) = \min_{y \in \bar{S}} f_F(y)$. Поместить

x в \bar{S} (изъяв ее из \bar{S}) и проверить все $x_i \in \Gamma(x)$ на следующие возможности:

- а) Если $x_i \notin S \cup \bar{S}$, то поместить ее в \bar{S} .
- б) Если $x_i \in \Gamma(x) \cap \bar{S}$, то сопоставить x_i наименьшую из старой и вновь полученной оценку $f_F(x_i)$.
- в) Если $x_i \in \Gamma(x) \cap S$, то сопоставить x_i наименьшую из старой и вновь полученной оценку $f_F(x_i)$, поместить x_i в \bar{S} (изъяв ее из S).
- г) В остальных случаях не делать никаких изменений в S и \bar{S} . К шагу 5.
- 4) Выбрать такую $x \in \bar{T}$, что $f_B(x) = \min_{y \in \bar{T}} f_B(y)$. Поместить x в T (изъяв ее из \bar{T}) и проделать те же проверки, что и в шаге 3, относительно $x_i \in \Gamma^{-1}(x)$, используя T и \bar{T} . Продолжать.
- 5) Если $x \in S \cap T$, то $a_{\min} := \min(a_{\min}, g_F(x) + g_B(x))$. Если $a_{\min} \leq \max \left[\min_{x \in \bar{S}} f_F(x), \min_{x \in \bar{T}} f_B(x) \right]$, то выход алгоритма, a_{\min} дает длину наилучшего пути. Иначе к шагу 2.

Трудности реализации двунаправленного поиска связаны с двумя вопросами: выбором метода определения направления генерации и оптимизацией «точки встречи» прямого и обратного поиска.

Одним из простейших правил выбора между направлениями F и B явилось бы **правило эквидистантности от начальной и конечной вершины**. Однако это привело бы нас фактически к малоэффективному поиску в ширину как в прямом, так и в обратном направлениях. Следует включить в критерии выбора направления генерации размеры множеств \bar{S} и \bar{T} , отражающие плотность дочерних вершин и сужающие поиск в случае предпочтения направления с меньшей мощностью множества. Правило выбора «если $|\bar{S}| \leq |\bar{T}|$, то продолжать, иначе к шагу 4», называемое *принципом сравнения мощности*, может быть подставлено в шаг 2 алгоритма двунаправленного поиска. Однако для случая бесконечного дизъюнктивного ветвления этот критерий, естественно, не годится. В духе определения квазиконечного упорядочения качества было бы переформулировать правило выбора следующим образом: «Если \bar{S} содержит меньше вершин с наилучшим качеством, продолжать, иначе к шагу 4».

Более сложным является вопрос об управлении **точкой встречи прямого и обратного поиска**. Мы должны разрешить противоречие, органически присущее эвристическому поиску: эвристическая функция вводится для того, чтобы сделать поиск более направленным, и с этой

точки зрения целесообразно, чтобы стратегия поиска обеспечивала исследование относительно узких областей в окрестности оптимального пути. Однако при этом возникает риск, что пути, полученные в прямом и обратном направлениях, разойдутся. Поскольку ДПС допустима, то оптимальный путь будет получен, но ожидаемые преимущества двунаправленного поиска не будут реализованы. Более того, если встреча произойдет в районе начальной (конечной) вершины, то эффективность двунаправленного поиска будет ниже, чем у поиска в одном направлении. Таким образом, встает задача привести поисковые деревья к такой точке встречи, чтобы длина путей в направлениях F и B $\mu_F = \mu_B$. Один из способов решения этой задачи — определение промежуточной вершины x_i такой, что

$$h_F(x_i) \cong h_B(x_i) \cong \frac{1}{2}h_F(x_0). \quad (11.25)$$

Другими словами, мы пытаемся направить поиск к промежуточной вершине как в направлении F , так и в направлении B , что не означает, конечно, что встреча произойдет именно в этой точке. Это решение в духе редуccionного подхода, напоминающее идею ключевых состояний и операторов.

Другой возможностью является непрерывное обновление эвристической функции с целью направить поиск в одном из направлений к фронту поиска в противоположном направлении. Это может быть сделано изменением целевой вершины при каждой перемене направления поиска: в качестве целевой вершины выбирается последняя вершина, исследованная в противоположном направлении (т. е. последняя вершина, помещенная в список S или T).

Мы рассмотрим одну из возможностей управления эвристической функцией h_X с помощью оценочной функции f_Y , где X и Y — противоположные направления. Пусть произошел переход от генерации вершин в направлении X к генерации в направлении Y (X и Y могут быть как F , так и B). Мы оцениваем ситуацию в поисковом пространстве с позиций оценочной функции $f_X(x)$, где x — последняя генерированная вершина в направлении X , т. е. $x \in S$, если $X=F$, и $x \in T$, если $X=B$. Предположим, что в направлении Y имеется множество вершин-кандидатов $y \in \bar{S}$, если $Y=F$, и $y \in \bar{T}$, если $Y=B$. Поиску в направлении X соответствует оценочная функция

$$f_X(x) = g_X(x) + h_X(x), \quad (11.26)$$

в направлении Y —

$$f_Y(y) = g_Y(y) + h_Y(y) \quad (11.27)$$

(аргументы в дальнейшем опускаем).

Рассмотрим два варианта:

1. С позиций f_X суммарный путь не дешевле g^* , где g^* — действительная стоимость, т. е. $f_X \leq g_X + g_Y$. Учитывая (11.26), получаем для этого варианта $h_X \leq g_Y$. В этом случае мы заключаем, что поиск со стороны Y зашел слишком далеко (заметим, что g_X — истинная стоимость оптимального пути в направлении X). Следует переопределить оценочную функцию для $y \in Y$ таким образом, чтобы она выбирала для генерации те вершины, которые находятся ближе к фронту глубины g_X . Иначе говоря, следует, чтобы f_Y более реалистично оценивала суммарную длину $g_X + g_Y$. Для этого достаточно, чтобы $f_Y \geq f_X$, откуда, так как $h_X \leq g_Y$, $h_Y \geq g_X$ для всех $y \in Y$. Если же для некоторых $y \in Y$ $h_Y < g_X$, то устанавливается $h_Y = g_X$.

2. С позиций f_X суммарный путь дешевле, чем g^* , т. е. $f_X > g_X + g_Y$ или $h_X > g_Y$. В этом случае, в силу ограниченности ДПС итога, что $x \in X$, $g_X + g_Y < f_X \leq g^*$, так что f_X представляет собой нижнюю оценку наилучшего решения. Поэтому можно положить $f_Y \geq f_X$, откуда получаем $h_Y \geq f_X - g_Y$. В случае невыполнения последнего неравенства устанавливается $h_Y = f_X - g_Y$. Мы объединим эти два варианта в один, записав

$$h_Y \geq g_X + (h_X \overline{-} g_Y), \quad (11.28)$$

где

$$a \overline{-} b = \begin{cases} 0, & a \leq b, \\ a - b, & a > b. \end{cases}$$

Формула (11.28) дает нам возможность обновлять эвристическую функцию для поиска в направлении Y после каждого перехода к этому поиску от поиска в направлении X .

11.5. Поиск решения в пропозициональных графах

11.5.1. Алгоритм поиска минимального решающего графа.

Мы ставим проблему решения задачи путем сведения ее к подзадачам как *поиск минимального решающего графа в неявно заданном пропозициональном графе*.

Определим понятие минимального решающего графа. С этой целью мы связываем с каждой дугой пропозиционального графа меру сложности, или стоимость дуги. Определим *стоимость графа* как сумму стоимостей всех его дуг. Тогда решающий граф, имеющий минимальную стоимость, называется *минимальным решающим*

графом. Соответственно минимальным путевым графом из s_1, s_2, \dots, s_k в t_1, t_2, \dots, t_m называется путевой граф из $\{s_i\}$ в $\{t_j\}$, имеющий минимальную стоимость.

Введем ряд дополнительных определений. Мы по-прежнему называем применение оператора сведения задачи к подзадачам, порождающее из некоторой вершины s ее дочерние вершины s_1, s_2, \dots, s_k *генерацией*, или *раскрытием вершины s* . Очевидно, что конечная вершина никогда не раскрывается. Вершина, не являющаяся конечной и которая еще не генерирована, называется *кандидатом на генерацию*. Пусть $S = S_1 S_2 \dots S_k$ — конъюнкция. Конъюнкция называется *раскрытой* тогда и только тогда, когда раскрыты все не являющиеся конечными вершины s_1, s_2, \dots, s_k . Пусть $s = \{s_i / i=1, 2, \dots, q\}$ — множество начальных вершин и для s задана некоторая импликанта $P = N_1 N_2 \dots N_r$. Мы связываем с каждой такой импликантой оценочную функцию $f(P) = g(P) + h(P)$, где $g(P)$ — оценка стоимости минимального путевого графа из вершин s_1, s_2, \dots, s_q в вершины n_1, n_2, \dots, n_r , $h(P)$ — оценка стоимости минимального решающего графа, начинающегося в вершинах n_1, n_2, \dots, n_r . Соответствующие истинные значения обозначим через $g^*(P)$ и $h^*(P)$. Заметим, что в минимальном решающем графе

$$h^*(P) \leq \sum_{i=1}^r h^*(N_i) \tag{11.29}$$

(для пропозиционального дерева верно равенство).

Основываясь на оценочной функции $f(P)$, мы можем построить алгоритм поиска решения в пропозициональном графе. Стратегия поиска напоминает ДПС, но существенно отличается от нее способом образования кандидатов на генерацию. Однако благодаря этому мы сможем доказать допустимость и оптимальность этого алгоритма. План дальнейшего изложения состоит в том, чтобы формально определить алгоритм, доказать его допустимость и оптимальность, а затем рассмотреть связь выбранной стратегии с ДПС и некоторые другие стратегии.

В приведенном ниже алгоритме $W = \{W_j\}$ — множество конъюнкций, соответствующих вершинам-кандидатам на генерацию, $V(P)$ — множество импликант S , получаемых из истинных высказываний P замещением каждой N_i , не являющейся конечной, одной из ее непосредственных импликант ($P = N_1 N_2 \dots N_r$), S — истинное высказывание, связанное с начальными вершинами, R — множество конъюнкций, соответствующих уже генерированным вершинам.

1) Положить $W = \{S\}$, $R = \emptyset$.

2) Вычислить $f(Q)$ для каждого $Q \in W$. Выбрать такое $P \in W$, что $f(P) = \min_{Q \in W} f(Q)$. В случае равенства выбор произволен с

предпочтением $Q \in T$, T — множество истинных высказываний, соответствующих конечным вершинам.

3) Пусть $P = N_1 N_2 \dots N_r$, N_i — истинные высказывания, связанные с вершинами n_i , $i = 1, 2, \dots, r$. Если все n_i — конечные вершины, выход с решающим графом. Иначе раскрыть все нераскрытые вершины n_i , не являющиеся конечными.

4) Положить $R = R \cup \{P\}$, $W = (W \cup V) \setminus R$. Если $W = \emptyset$, выход, решающего графа нет. Иначе к шагу 2.

Пример. Рассмотрим граф на рис. 11.3, а.

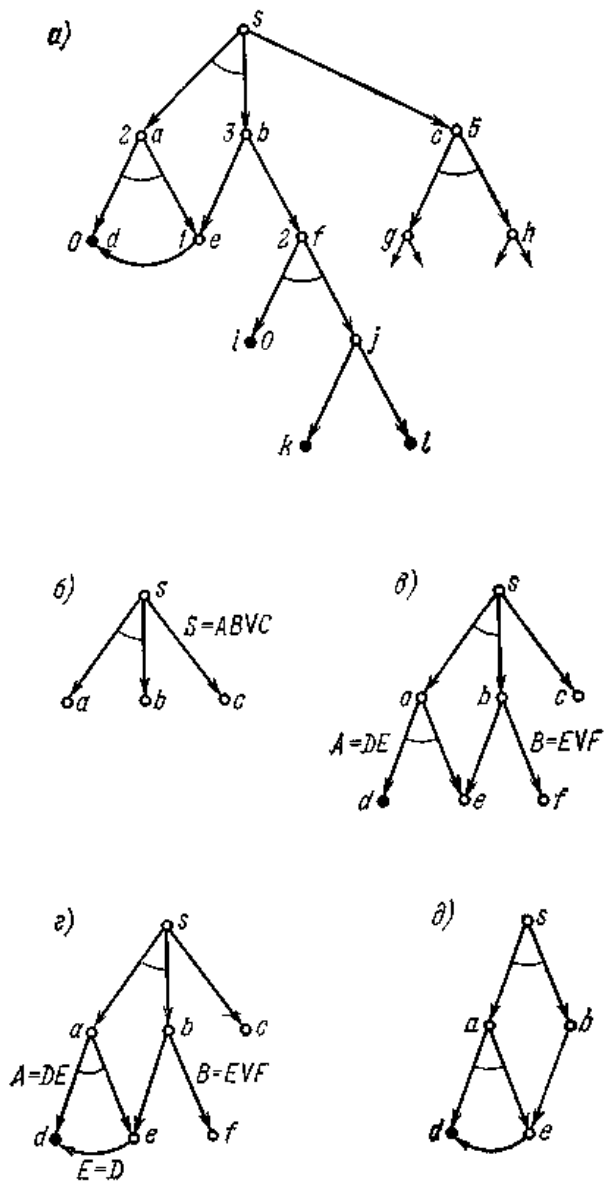


Рис. 11.3. Пример работы алгоритма: а) исходный граф, б), в), г) шаги алгоритма, д) решающий граф.

Положим $h(P) = r - 1 + \min \{h(N_1), h(N_2), \dots, h(N_r)\}$. Числа рядом с вершинами n — оценки $h(N)$. Стоимости дуг положены равными единице. Последовательные шаги алгоритма представлены на рис. 11.3, б, в, г соответственно.

1) Раскрытие s . $W = \{AB, C\}$, $R = \{S\}$, $V = \{AB, C\}$.

$$h(AB) = (2-1) + \min(h(A), h(B)) = 1 + \min(2, 3) = 3.$$

$$f(AB) = 2 + 3 = 5, f(C) = 1 + 5 = 6.$$

Выбираем AB для дальнейшего раскрытия.

2) Раскрытие a и b . Поскольку $AB = DE(E+F) = DE + DEF$, то

$$V = \{DE, DEF\}, R = \{S, AB\}, W = \{DE, DEF, C\}.$$

$$h(DE) = (2-1) + \min(h(D), h(E)) = 1 + \min(0, 1) = 1.$$

$$h(DEF) = (3-1) + \min(h(D), h(E), h(F)) = 2 + \min(0, 1, 2) = 2.$$

$$f(DE) = 5 + 1 = 6, f(DEF) = 5 + 2 = 7, f(C) = 6.$$

Предположим, что для раскрытия выбрано DE .

3) Раскрытие e . Поскольку $DE = D$, то $V = \{D\}$, $R = \{S, AB, DE\}$,

$$W = \{D, DEF, C\}, h(D) = 0, f(D) = 6 + 0 = 6, f(C) = 6.$$

D — конечная вершина, поэтому выбираем D . Алгоритм заканчивает работу с решающим графом, представленным на рис. 11.3, д.

Заметим, что в приведенном алгоритме не указаны некоторые детали, например, расстановка указателей для извлечения решения и т. д.

11.5.2. Свойства алгоритма поиска минимального решающего графа.

Допустимость.

Л е м м а 11.1. Пусть $h(Q) \leq h^*(Q)$ для всех Q , являющихся импликантами S . Если имеется минимальный решающий граф, то алгоритм выбирает такую импликанту P , что $f(P) \leq f^*(S)$.

Доказательство. Пусть G_m — минимальный решающий граф, G_Q — частично раскрытый граф, $G_Q \subseteq G_m$, порожденный к моменту выбора P . Пусть q_1, q_2, \dots, q_r — конечные и нераскрытые вершины G_Q . Тогда $Q = Q_1 Q_2 \dots Q_r$ — импликанта S , $Q \in W$. В силу минимальности G_m и $G_Q \subseteq G_m, f^*(S) = f^*(Q)$ и $g(Q) = g^*(Q)$. Так как $h(Q) \leq h^*(Q)$, то

$$f(Q) \leq g^*(Q) + h^*(Q) = f^*(Q) = f^*(S),$$

Но так как $f(P) = \min_{Q \in W} f(Q)$, то

$$f(P) \leq f(Q) \leq f^*(S). \quad (11.30)$$

Назовем пропозициональный граф G δ -графом, если стоимость всех дуг G не менее, чем δ .

Теорема 11.6. Пусть $h(Q) \leq h^*(Q)$ для всех Q , являющихся импликантами S . Для всех δ -графов алгоритм поиска минимального решающего графа допустим.

Доказательство. Предположим, что δ -граф G содержит минимальный решающий граф G_m . Докажем последовательно следующие три утверждения:

- 1) Алгоритм закончит работу.
- 2) Алгоритм закончит работу с решающим графом.
- 3) Алгоритм закончит работу с минимальным решающим графом.

1) Рассмотрим $Q \in W$, $Q = N_1 N_2 \dots N_n$ такую, что вершины n_1, n_2, \dots, n_r находятся на расстоянии d от ближайшей из начальных вершин. Тогда $f(Q) \geq d\delta$. Следовательно, если имеется G_m с $f^*(S)$, для всех импликант Q с вершинами n_1, n_2, \dots, n_r удаленных более чем на $f^*(S)/\delta$ от ближайшей из начальных вершин, $f(Q) > f^*(S)$. Но по лемме 11.1 алгоритм выберет такую P , что $f(P) \leq f^*(S)$. Следовательно, Q не будет выбрана алгоритмом, и поэтому он закончит работу.

2) Алгоритм не может закончить на шаге 4, так как имеется минимальный решающий граф, и $W \neq \emptyset$. Тогда остановка может произойти только на шаге 3, т. е. с решением.

3) Пусть T — импликанта, выбранная алгоритмом непосредственно перед окончанием его работы. По лемме 11.1 $f(T) \leq f^*(S)$. Тогда $f^*(T) \leq f(T) \leq f^*(S)$. Поскольку $f^*(T)$ не превосходит минимальной стоимости, то $f^*(T)$ минимальна.

Оптимальность. Поскольку для доказательства допустимости алгоритма мы наложили ограничение $h(Q) \leq h^*(Q)$, то очевидно, что в пределах этого ограничения, в зависимости от конкретных значений $h(Q)$, существует множество допустимых алгоритмов. Мы хотели бы выбрать из них такой алгоритм, который обладал бы наибольшей эффективностью в том смысле, что он раскрывал бы при нахождении минимального решения минимальное количество вершин. Таким образом, накладывая некоторые дополнительные ограничения на эвристическую функцию h , мы докажем оптимальность алгоритма в указанном выше смысле. Следует подчеркнуть, что вновь, как и в задачах поиска пути минимальной стоимости, оптимальность доказывается лишь в классе допустимых алгоритмов. Вводятся следующие дополнительные ограничения на эвристическую функцию:

1) Для всех P , являющихся импликантой S и содержащих высказывания, связанные только с конечными вершинами,

$$h(P) \equiv 0. \tag{11.31}$$

2) Для любых Q , являющихся импликантой S , и P , являющихся импликантой Q ,

$$h(Q) - h(P) \leq k(Q, P), \tag{11.32}$$

где $k(Q, P)$ — стоимость минимального путевого графа из $\{q_i\}$ в $\{p_j\}$.

Лемма 11.2. *Если алгоритм, управляемый оценочной функцией, удовлетворяющей (11.32), выбирает импликанту P , то $g(P) = g^*(P)$.*

Доказательство. Предположим, что $g(P) > g^*(P)$. Пусть $P = P_1 P_2 \dots P_r$. Существует минимальный путевой граф G_0 из начальных вершин в p_1, p_2, \dots, p_r , частично раскрытый в силу $g(P) > g^*(P)$. Пусть q_1, q_2, \dots, q_m — все конечные и нераскрытые вершины в G_0 . Очевидно, что $Q \in W$, $Q = Q_1 Q_2 \dots Q_m$, а P является импликантой Q . Поскольку G_0 — минимальный путевой граф, $g(Q) = g^*(Q)$. По предположению леммы и из определения функции $g^*(P)$

$$g(P) > g(Q) + k(Q, P). \quad (11.33)$$

Добавляя $h(P)$ к общим частям неравенства (11.33), получаем $g(P) + h(P) > g(Q) + h(P) + k(Q, P)$ и в силу (11.32) $f(P) > f(Q)$. Но это означало бы, что алгоритм выберет импликанту Q , что противоречит условию леммы. Поэтому

$$g(P) = g^*(P). \quad (11.34)$$

Теорема 11.7. *Пусть \sum_1 и \sum_2 — две допустимые стратегии, управляемые эвристическими функциями h_1 и h_2 соответственно. Если*

- 1) *для всех P , являющихся импликантами S и содержащих по крайней мере одно истинное высказывание, связанное с неконечной вершиной, $h_1(P) > h_2(P)$;*

- 2) *удовлетворяются ограничения (11.31) и (11.32), то для любого δ -графа, имеющего минимальный решающий граф, импликанта, выбираемая \sum_1 будет также выбираться \sum_2 .*

Доказательство. Пусть P_1, P_2, \dots — последовательность импликант, выбранных $\sum_1 (P_i = S)$. Предположим, что теорема неверна. Тогда существует P_k такая, что она выбирается \sum_1 , но не выбирается \sum_2 . Тогда для \sum_2 $f_2(P_k) \geq f^*(S)$ или $h_2(P_k) > f^*(S) - g_2(P_k)$. Так как P_k — первая импликанта, выбранная \sum_1 и не выбранная \sum_2 , то \sum_2 , так же как и \sum_1 успела породить последовательность импликант $P_1 P_2 \dots P_k$. Но по лемме 11.2 для \sum_1 $g_1(P_k) = g^*(P_k)$. Тогда по построению алгоритма для \sum_2 $g_2(P_k) = g^*(P_k) = g_1(P_k)$. Следовательно, $h_2(P_k) \geq f^*(S) - g^*(P_k)$. Для \sum_1 получаем (по лемме 11.1) $g_1(P_k) + h_1(P_k) \leq f^*(S)$, откуда, учитывая лемму 11.2, $h_1(P_k) \leq f^*(S) - g^*(P_k)$ и, наконец, $h_1(P_k) \leq h_2(P_k)$, что противоречит условию 1 теоремы.

Следствие. *При условиях теоремы 11.7 каждая вершина, раскрываемая \sum_1 раскрывается \sum_2 .*

Мы уже упоминали выше, что рассмотренная стратегия поиска решающего графа напоминает ограниченную ДПС, определенную (11.6). Однако имеется одно существенное различие: алгоритм поиска решающего вывода в графе вывода на каждом шаге генерирует *только один* кандидат на вывод, т. е. по определению кандидата на вывод в

направлении B , точно один акт вывода и его посылки присоединяются к исходному РВ. В алгоритме раскрываются одновременно все еще не раскрытые вершины. В терминах обобщенного представления истин это означает, что кандидатом на вывод в направлении B является вывод D , если он содержит уже генерированный РВ $D_0 \subseteq D$, уже генерированные акты вывода, принадлежащие D_0 , и для каждой посылки D_0 — один акт вывода, который еще не генерирован и который имеет в качестве заключения эту посылку.

Смысл параллельного анализа всех нераскрытых вершин заключается в том, что если **вывод (или, что то же самое, частично раскрытый путевой граф)** зачислен в кандидаты на генерацию с определенной оценкой, то он будет иметь эту оценку все время, пока не будет раскрыт (или пока алгоритм не закончит работу). Это условие всегда удовлетворяется для поиска в пространстве состояний истин. Однако структура пространства поиска в пропозициональных графах существенно сложнее, и в общем случае вывод, который на данном шаге является кандидатом на генерацию, затем может перестать быть им и не будет генерирован на более поздних стадиях, поскольку данный вывод может стать частью вывода, который имеет худшее качество, чем другие кандидаты.

Оптимальность алгоритма покупается за счет параллельного исследования всех вершин, дочерних по отношению к конъюнктивной, и поэтому он весьма близок к классу алгоритмов поиска в ширину, т. е. алгоритмов, весьма слабо управляемых эвристической функцией. С этой точки зрения он является относительно неэффективным, а оптимальность его не играет большой роли, так как доказана в классе допустимых алгоритмов, также слабо управляемых функцией h .

Мы имеем две возможности сделать поиск решающего графа более направленным. Первая из них заключается в том, чтобы модифицировать алгоритм, допустив раскрытие только одной вершины. Легко сделать это, внося изменения в шаг 3 и в определение множества V исходного алгоритма.

3) Пусть $P = N_1 N_2 \dots N_r$, N_i — истинные высказывания, связанные с вершинами n_i , $i = 1, 2, \dots, r$. Если все n_i — конечные вершины, выход с решающим графом. Иначе раскрыть нераскрытую вершину n_k , $1 \leq k \leq r$, такую, что $f(N_k) = \min_i f_k(N_i)$.

Определение множества V . $V(P)$ — множество импликант S , получаемых из истинных высказываний P замещением каждой раскрытой N_i , не являющейся конечной, одной из ее непосредственных импликант ($P = N_1 N_2 \dots N_r$).

Легко видеть, что с этими модификациями алгоритм становится частным случаем алгоритма поиска решающего вывода в графе вывода. Как показано в п.11.2, этот алгоритм, управляемый оценочной функцией $f(P)=g(P)+h(P)$, допустим. Однако оптимальность этого алгоритма не может быть установлена по следующей причине. При доказательстве оптимальности необходимо показать, что если акт вывода генерируется стратегией Σ_1 с эвристической функцией h_1 , то он также генерируется и Σ_2 , управляемой такой эвристической функцией h_2 , что $h_2 < h_1$. Далее, для Σ_2 надо показать, что этот акт принадлежит кандидату на вывод лучшего качества, чем минимальное решение, и поэтому он генерируется перед окончанием алгоритма. Этот прием работает для тех случаев, когда выбранный в качестве кандидата вывод остается кандидатом неизменного качества, пока он не будет выбран для генерации (поиск пути минимальной стоимости, алгоритм). В нашем же случае качество вывода может стать хуже и тогда акт вывода, принадлежащий ранее кандидату на вывод, имевшему стоимость, меньшую стоимости минимального решения, будет теперь принадлежать только кандидатам с худшим, чем у решения, качеством. Вторая возможность повышения эффективности поиска—управление с помощью оценочной функции вида $h(P)$, т. е. без учета стоимости уже построенного частично раскрытого путевого графа.

11.5.3. Поиск решающего графа в аддитивном пропозициональном графе.

Мы рассмотрим другое возможное обобщение алгоритма поиска минимального решающего дерева. Это обобщение, называемое *поиском решающего графа в аддитивном пропозициональном графе*, представляет интерес по нескольким причинам. Во-первых, на этом алгоритме мы продемонстрируем отличный от импликативного метод определения разрешимых вершин и решающих графов, хорошо реализуемый в списочных структурах,— так называемый **метод указателей**. Во-вторых, на примере работы этого алгоритма мы проиллюстрируем изложенный выше тезис об ухудшении качества вывода при раскрытии одной вершины, дочерней для конъюнктивной и имеющей минимальную стоимость. В-третьих, рассмотрение этого алгоритма даст нам повод к обсуждению проблемы уменьшения избыточности при представлении редуccionных систем графами, а не деревьями.

Предположим, что нам дано пропозициональное дерево. Естественно, что одинаковые подзадачи, возникающие в ходе разбиения задач более высокого уровня, представляются в дереве различными вершинами.

Аддитивный пропозициональный граф может быть получен из такого дерева, если

1) Одинаковые подзадачи в дереве идентифицируются как корни одних и тех же поддеревьев и представляются одной вершиной в графе без циклов.

2) Стоимость решающего подграфа приравнивается стоимости соответствующего решающего поддерева, т. е. **мера сложности решения идентифицированных подзадач вычисляется один раз**, но прибавляется к стоимости решающего подграфа столько раз, сколько она встречается.

На рис. 11.4, *a* представлен пример аддитивного пропозиционального графа, а на рис. 11.4, *б*, *в* даны его решающие графы.

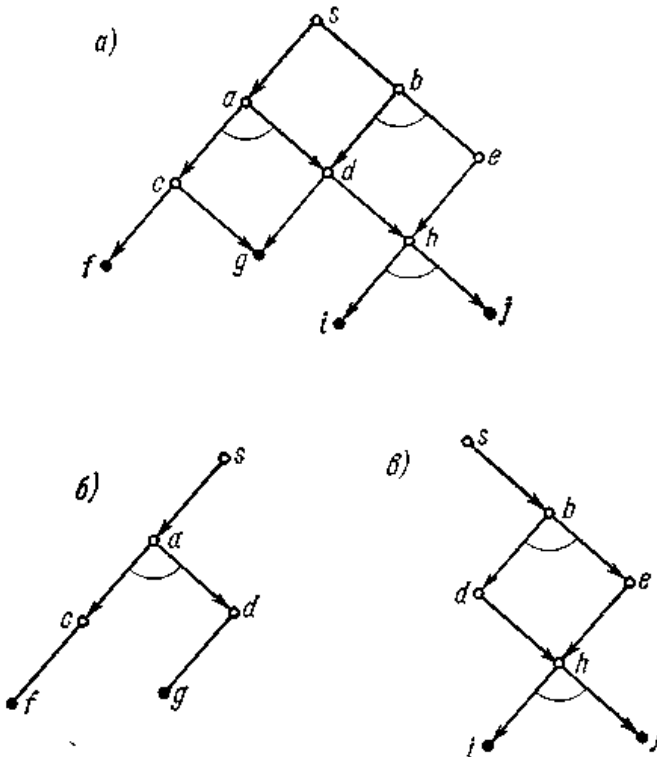


Рис. 4.4. Аддитивный пропозициональный граф (*a*) и его решающие графы (*б*, *в*).

В таблице 11.3 показаны стоимости этих решающих графов, подсчитанные для общего вида пропозиционального графа и аддитивного пропозиционального графа, в предположении единичных стоимостей дуг.

Таблица 11.3

Вид пропозиционального графа	Стоимость решающего графа	
	рис. 4.4, б	рис. 4.4, в
Общий вид (сумма стоимостей всех дуг)	5	7
Аддитивный (сумма стоимостей решающих поддеревьев)	5	9

Заметим, что неравенство (11.29) в последнем случае превратилось бы в равенство в силу указанного в пункте 2.

В общем, *стоимость решающего графа* определяется рекурсивно следующим образом:

- 1) С каждой конечной вершиной связывается стоимость $C = 0$.
- 2) Стоимость, связанная с любой другой вершиной x ,

$$C(x) = \sum_{i=1}^k (C_i + c(x, x_i)) \quad (11.35)$$

как для дизъюнктивных, так и для конъюнктивных вершин. Здесь x_i , $i=1, 2, \dots, k$, — дочерние вершины вершины x , $c(x, x_i)$ — стоимость дуги, связывающей x с x_i .

- 3) Стоимость, связанная с начальной вершиной, есть стоимость решающего графа.

Будем считать также, что все вершины аддитивного пропозиционального графа либо конъюнктивные, либо дизъюнктивные (ранее мы допускали, чтобы одна и та же вершина могла быть по отношению к одним дочерним вершинам конъюнктивной, а по отношению к другим — дизъюнктивной). Остальные понятия являются стандартными для пропозициональных графов.

Решающий граф пропозиционального графа обладает следующими свойствами:

- 1) Если дизъюнктивная вершина включена в решающий граф, то *одна и только одна* ее дочерняя вершина также включена в решающий граф.
- 2) Если конъюнктивная вершина включена в решающий граф, то *все* ее дочерние вершины также включены в решающий граф.

Мы уже упоминали выше, что для указания частично построенного графа минимальной стоимости используется метод указателей. Это означает, что на каждом шаге цепочка указателей, начиная от начальной вершины, определяет текущего кандидата в решающий граф и следующую генерируемую вершину. Эта же цепочка указателей используется для извлечения ответа в конце работы алгоритма. Образование цепочки указателей управляется обновлением оценок вершин, предшествующих раскрываемым во время работы алгоритма. Заметим, что, в отличие от алгоритма, где раскрывались все вершины, данный алгоритм существенно зависит от работы механизма образования указателей.

За оценку стоимости вершины мы будем принимать стоимость минимального решающего графа, начинающегося в этой вершине. Эта оценка является эвристической функцией $h(x)$.

Алгоритм поиска решающего графа в аддитивном пропозициональном графе представляется следующими шагами:

- 1) Выбрать начальную вершину x_0 .
- 2) Если x_0 разрешима, то выход с решающим графом, получаемым, начиная с x_0 , прослеживанием направлений указателей вплоть до конечных вершин. Иначе продолжать.
- 3) Проследить указатели от x_0 к вершине x и раскрыть ее. Пусть вершины, дочерние по отношению к x , — $x_i, i=1,2, \dots, k$.
- 4) Обновить оценки и направления указателей вершины x и всех вершин, предшествующих x , по следующим правилам:

а) если x_i уже раскрывалась ранее, она уже имеет оценку $h(x_i)$;

б) если x_i раскрыта впервые, то если x_i — конечная вершина, $h(x_i)=0$, то x_i отмечается как разрешимая; если x_i — дизъюнктивная вершина,

$h(x) = \min_i (h(x_i) + c(x, x_i))$, то направить указатель от x к x_i и в случае

разрешимости x_i отметить вершину x как разрешимую; если x —

конъюнктивная вершина, $h(x) = \sum_{i=1}^k (h(x_i) + c(x, x_i))$, то направить

указатель от x к той из не отмеченных как разрешимая вершин x_i , которая имеет наибольшую оценку, и в случае разрешимости всех x_i отметить x как разрешимую;

в) повторить процедуру обновления оценок и направления указателей для всех вершин, предшествующих x , вплоть до начальной вершины. К шагу 2.

Следует сделать ряд замечаний к этому алгоритму.

1) Мы выбираем направления указателя от конъюнктивной вершины к той из ее дочерних вершин, которая имеет наибольшую оценку. Эвристическое основание для такого выбора состоит в том, что мы хотим как можно раньше опровергнуть гипотезу о том, что построенный к настоящему моменту частично раскрытый граф является верхней частью решающего графа. Действительно, если конъюнктивная вершина x на самом деле входит в решающий граф, то порядок раскрытия ее дочерних вершин безразличен, поскольку придется раскрыть все дочерние вершины. Но если это не так, то желательно отбросить x и граф, начинающийся с x , как можно быстрее. Мы предполагаем, что выбор вершины x с максимальной оценкой в наибольшей степени повысит суммарную стоимость построенного графа.

2) Поскольку в аддитивном графе между двумя вершинами может быть больше одного пути, обновление оценки в данной вершине может происходить несколько раз. Тем не менее эта процедура закончится, поскольку граф не имеет циклов.

На рис. 11.5 показан пример поиска минимального решающего графа в графе (рис. 11.5, *а*). Стоимости дуг приравнены единице. Числа, стоящие рядом с вершинами, являются оценками стоимости минимального решающего графа, начинающегося с этой вершины. Разрешимые вершины отмечены жирными точками. На рис. 11.5, *б*—11.5, *ж* показаны шаги алгоритма с обновленными оценками, указателями и последовательной отметкой разрешимых вершин. На рис. 11.5, *з* представлен решающий граф.

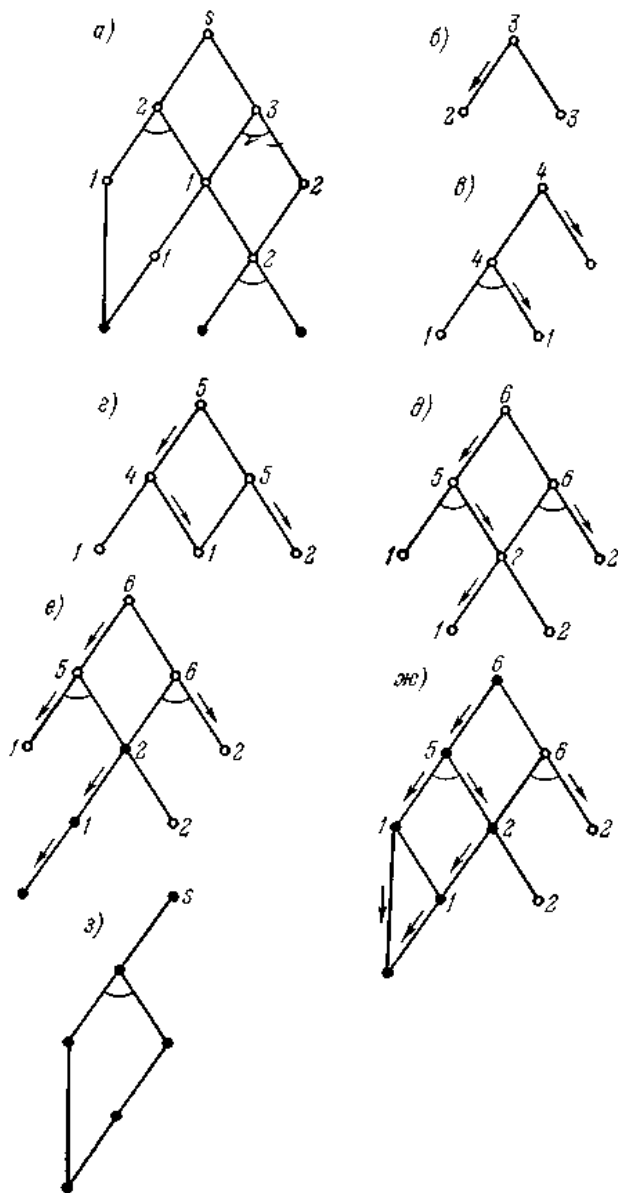


Рис. 11.5 Пример работы алгоритма а) исходный граф, б), в), г), д), е), ж) шаги алгоритма, з) решающий граф.

Использование в рассмотренных алгоритмах пропозициональных графов вместо деревьев устраняет избыточность, возникающую, когда порождаются идентичные подзадачи, а дальнейший поиск идет так, как будто бы они являются различными. Это приводит в дальнейшем к независимому, выращиванию эквивалентных поддеревьев, соответствующих сведению идентичных задач к их подзадам. Таким образом, представление в виде пропозициональных деревьев может в значительной степени снизить эффективность алгоритмов. В то же время использование графов требует распознавания и идентификации одинаковых подзадач, что может представить некоторые трудности чисто вычислительного характера. Именно такой вид избыточности устраняется в аддитивных пропозициональных графах. Существует и другой вид избыточности. Он возникает, когда имеются различные сведения первоначальной задачи к одним и тем же подзадам или, в терминологии обобщенного представления истин, различные выводы D имеют одинаковые посылки. Задачу можно поставить в более общем виде устранение избыточности в случае, когда множество подзадач, полученное с помощью одного вывода, является подмножеством множества подзадач, полученного с помощью другого вывода. По-видимому, эта задача не может быть решена в связи с тем, что одни и те же акты вывода могут одновременно принадлежать различным выводам. Устраняя избыточный вывод путем ликвидации соответствующего акта вывода, мы можем одновременно потерять другие выводы, которые, возможно, затем окажутся кандидатами наилучшего качества.

12. Решения задач представления истин методами доказательства теорем

12.1. Структура процедур доказательства теорем (истинных утверждений)

В п. 10.5 отмечено, что для решения многих задач представления истин может потребоваться логический анализ. Для этих целей мы ввели **формальный язык** — исчисление предикатов, на котором можно формулировать исходные утверждения и делать из них логические выводы. Благодаря общности и логической силе язык исчисления предикатов может претендовать на использование его в машинном

построении истинных утверждений (умозаключений) для широкого класса задач представления истин.

В этом разделе мы сначала опишем теоретическую модель, являющуюся основой для построения многих практических методов, а затем приведем наиболее эффективные методы доказательства истинных утверждений. Будем рассматривать процедуру доказательства истинных утверждений как пару (T, Σ) , где T — аксиомы и правила вывода, а Σ — стратегия поиска для T .

Задача стратегии поиска состоит в том, чтобы выбрать из всего множества формул истин (истинных утверждений) те, к которым на очередном шаге процедуры доказательства надо применять правило вывода. Задача правила вывода — получить непосредственное следствие из выбранного множества формул истин.

Для первых работ по доказательству теорем характерно увлечение только системами вывода при полном забвении стратегий поиска. Однако последующие работы показали, что это совершенно недопустимо. Действительно, такие важные практические аспекты, как эффективность и полнота процедур доказательства, могут быть изучены только в контексте стратегий поиска.

Практически все ранние системы, доказывающие теоремы, либо пользовались упрощенной стратегией поиска (поиск в ширину) и направляли свои усилия только на выработку стратегий, ограничивающих правило вывода, либо, в лучшем случае, использовали при поиске только **синтаксическую информацию** (длина и уровень дизъюнктов). Кроме того, ранние программы не представляли пользователю адекватных средств для вмешательства в процесс доказательства с целью увеличения его эффективности. В них, например, для введения нового правила приходилось не только кодировать само правило, но и существенно изменять управляющую программу, задающую порядок взаимодействия нового правила с уже существующими. Весьма затруднена была также и возможность сравнения различных стратегий, необходимая для учета специфики конкретных областей применения. Эксперименты, проведенные с ранними программами доказательства теорем, показали, что они не обладают мощностью, достаточной для решения задач практической степени сложности.

Увеличение эффективности программ, доказывающих теоремы, осуществляется в основном за счет использования в процессе доказательства семантической информации, встраивания специфических свойств конкретных теорий в правила вывода и алгоритмы унификации и предоставления пользователю возможностей вмешательства в процесс доказательства.

В следующем параграфе мы рассмотрим теоретические основы, используемые при построении большинства программ доказательства теорем (истинных утверждений). Изложение материала будет основываться на принципе резолюции, позволяющем на одной теоретической базе рассмотреть основные проблемы, возникающие при доказательстве теорем.

12.2. Теоретические основы построения программ доказательства теорем (истинных утверждений)

В п.10.5 задача доказательства теорем (истинных высказываний) определена как в терминах выполнимости, так и в терминах выводимости. В данном разделе изложение строится на основе **понятия выполнимости**. При этом подходе задача доказательства теорем (истинных высказываний) состоит в определении невыполнимости множества дизъюнктов, полученных из исходного множества формул исчисления предикатов (п. 10.5.2).

Невыполнимость множества S дизъюнктов обозначает, что S ложно (т. е. конъюнкция дизъюнктов множества S принимает значение F) при всех интерпретациях на любых областях. Данное определение не является конструктивным, так как невозможно рассмотреть все интерпретации на любых областях. Однако существует одна специальная область H такая, что S является невыполнимым тогда и только тогда, когда S является ложным при всех интерпретациях на этой области. Эта область называется *универсумом Эрбрана* для множества S и определяется следующим образом.

Пусть H_0 —множество констант, появляющихся в множестве S дизъюнктов. Если в S нет констант, то в H_0 включается некоторая константа, например, $H_0=\{a\}$. Для $i=0,1,2, \dots$ H_{i+1} есть объединение H_i и множества всех термов в форме $f^i(t_1, \dots, t_n)$ для всех n -местных функций f^i , встречающихся в S , где $t_j, j=1, \dots, n$, есть члены множества H_i . Тогда будем $H=H_\infty$, называть *эрбоановским универсумом S* , а H_i — его уровнем i .

Пример 12.1. Пусть

$$S = \{P(x) \vee Q(a) \vee \sim P(f(x)), \sim Q(b) \vee P(g(x))\}.$$

Тогда

$$H_0 = \{a, b\},$$

$$H_1 = \{a, b, f(a), f(b), g(a), g(b)\},$$

$$H_2 = \{a, b, f(a), f(b), g(a), g(b), f(f(a)), f(f(b)), f(g(a)), f(g(b)), g(f(a)), g(f(b)), g(g(a)), g(g(b))\}, \dots$$

Пусть S — множество дизъюнктов, C — дизъюнкт множества S . *Фундаментальным примером дизъюнкта C* называется дизъюнкт, полученный замещением переменных в C членами эрбрановского универсума S таким образом, что все вхождения одной и той же переменной в C заменяются на один и тот же терм.

Эрбрановской базой множества S дизъюнктов называется множество всех фундаментальных примеров атомов в S .

Пример 12.2. Пусть $S = \{R(x), P(g(y)) \vee Q(y)\}$. Определим для данного множества S эрбрановский универсум, фундаментальный пример дизъюнкта $R(x)$ и эрбрановскую базу.

Эрбрановский универсум для S равен

$$H = \{a, g(a), g(g(a)), \dots\}.$$

Фундаментальным примером дизъюнкта $R(x)$ является, например, дизъюнкт

$$R(g(a)).$$

Эрбрановской базой (A) для S является множество:

$$A = \{R(a), P(a), Q(a), R(g(a)), P(g(a)), Q(g(a)), \dots\}.$$

Определим над эрбрановским универсумом для S специальный вид интерпретации, называемый H -интерпретацией для S .

Пусть S — множество дизъюнктов, H — эрбрановский универсум для S и I — интерпретация S над H . Интерпретация I называется *H -интерпретацией S* тогда и только тогда, когда она удовлетворяет следующим условиям:

1. I отображает все константы множества S сами в себя.
2. Пусть f есть n -местная функциональная буква и h_1, \dots, h_n суть элементы H . В интерпретации I функциональной букве f ставится в соответствие функция, которая отображает (h_1, \dots, h_n) в $f(h_1, \dots, h_n)$ (т. е. отображает H^n в H).

H -интерпретация не накладывает ограничений на соответствия, устанавливаемые для n -местных предикатных букв в S . Пусть

$A = \{A_1, A_2, \dots, A_n, \dots\}$ является эрбрановской базой для S . Тогда

H -интерпретация I может быть представлена множеством:

$$I = \{m_1, m_2, \dots, m_n, \dots\},$$

в котором m_j есть A_j или $\sim A_j$ для $j = 1, 2, \dots$. При этом, если m_j есть A_j , то A_j назначается значение T , иначе A_j назначается значение F ,

Пример 12.3. Приведем для множества S из примера 12.2 некоторые H -интерпретации:

$$I_1 = \{R(a), P(a), Q(a), R(g(a)), P(g(a)), Q(g(a)), \dots\},$$

$$I_2 = \{\sim R(a), \sim P(a), \sim Q(a), \sim R(g(a)), \sim P(g(a)), \sim Q(g(a)), \dots\},$$

$$I_3 = \{R(a), \sim P(a), Q(a), R(g(a)), \sim P(g(a)), Q(g(a)), \dots\}.$$

Для компактности будем записывать I_1 в виде $I_1 = \{R(x), P(x), Q(x)\}$ или $I_1 = \{R, P, Q\}$. Аналогично $I_2 = \{\sim R, \sim P, \sim Q\}$, а $I_3 = \{R, \sim P, Q\}$.

Справедлива следующая теорема.

Теорема 12.1. *Множество S дизъюнктов невыполнимо тогда и только тогда, когда S ложно при всех H -интерпретациях S .*

Таким образом, для установления невыполнимости множества дизъюнктов достаточно рассматривать не все его интерпретации, а только H -интерпретации.

Приведем без доказательства теорему Эрбрана.

Теорема 12.2. *Множество S дизъюнктов невыполнимо тогда и только тогда, когда существует конечное невыполнимое множество фундаментальных примеров дизъюнктов в S .*

Приведенная формулировка теоремы Эрбрана является основой для **процедуры опровержения** (установления невыполнимости множества дизъюнктов). Действительно, будем для множества S дизъюнктов генерировать множества S_1, \dots, S_n, \dots , где S_i есть множество всех фундаментальных примеров $S(H_i)$, полученных замещением переменных в S константами из уровня i множества H , для S . Будем последовательно проверять на ложность множества $S_i, i=1, 2, \dots$ **Теорема Эрбрана гарантирует, что если множество невыполнимо, то данная процедура обнаружит такое n , что S_n является ложным.**

На этом принципе работали первые процедуры доказательства теорем. Основным комбинаторным препятствием для достижения эффективности подобных процедур является огромная скорость роста конечных множеств S , с ростом i . Для каждого конечного множества S дизъюнктов, которое невыполнимо и для которого фактически можно построить опровержение, существует по крайней мере одно конечное подмножество P эрбрановского универсума для S , имеющее приемлемые размеры, такое, что $S(P)$ невыполнимо, причем P минимально (в том смысле, что $S(Q)$ выполнимо для любого собственного подмножества Q множества P).

Ниже мы опишем основную идею принципа резолюции, являющегося теоретической базой для построения большинства методов доказательства теорем (истинных высказываний).

Введем необходимые определения.

12.2.1. Алфавитный порядок символов.

Будем говорить, что множество во всех символов *упорядочено в алфавитном порядке*, если

- 1) символы расположены в таком порядке: переменные, функции, предикаты, связка отрицания;
- 2) символ функции (предиката) меньшей размерности предшествует символам функций (предикатов) большей размерности, а при равных

размерностях функции и предикаты упорядочены в алфавитном порядке предикатных и функциональных букв;

3) переменные расположены в алфавитном порядке.

12.2.2. Лексикографический порядок выражений.

Выражением будем называть термы и литеры. Множество всех выражений *упорядочено в лексикографическом порядке* посредством следующего правила: короткие выражения предшествуют длинным, а при равенстве длин выражений A и B раньше ставится выражение, у которого первый (первые) символ имеет ранний алфавитный порядок.

12.2.3. Подстановочные компоненты.

Подстановочная компонента — это выражение t/x , где x — переменная, t — терм, отличный от x , причем x называют переменной компоненты t/x , а t — термом компоненты.

12.2.4. Подстановки.

Множество подстановочных компонент попарно различными переменными называется *подстановкой* и записывается в виде $\alpha = \{t_1/x_1, \dots, t_n/x_n\}$. Применение подстановки к некоторой формуле A обозначает замену всех вхождений в A переменной x_i , $1 \leq i \leq n$, на вхождение терма t_i . Получившуюся формулу будем обозначать $A\alpha$ и называть α -примером A .

Например, применив к формуле $R(x, f(y))$ подстановку $\alpha = \{\varphi(a)/x, f(z)/y\}$, получим α -пример $R(\varphi(a), f(f(z)))$.

12.2.5. Композиция подстановок.

Композицией $\alpha\beta$ двух подстановок α и β называется результат применения β к термам подстановки α с добавлением из β всех подстановочных компонент, содержащих переменные, отсутствующие в α . Например, если $\alpha = \{f(x, y)/z\}$, $\beta = \{a/x, b/y, c/w, d/z\}$, то

$$\alpha\beta = \{f(a, b)/z, a/x, b/y, c/w\}.$$

Можно показать, что применение к литере P последовательности подстановок α и β дает тот же результат, что и применение к P подстановки $\alpha\beta$. Можно также показать, что композиция подстановок ассоциативна: $(\alpha\beta)\gamma = \alpha(\beta\gamma)$.

12.2.6. Унификация.

Множество литер $\{L_i\}$ называется *унифицируемым*, если существует такая подстановка α , что в результате применения ее к каждому элементу $\{L_i\}$ получаем, что $L_1\alpha=L_2\alpha=\dots$. В этом случае подстановку α называют *унификатором* для $\{L_i\}$ и обозначают $\{L_i\}_\alpha$. Например, подстановка $\alpha = \{f(a)/x, b/y\}$ унифицирует множество литер $\{R(f(y), x), R(f(b), f(a))\}$ и дает в качестве ответа $\{R(f(b), f(a))\}$. *Наиболее общим* (простейшим) *унификатором* (НОУ) для $\{L_i\}$ называется такой унификатор α , что если β — какой-нибудь унификатор для $\{L_i\}$, дающий $\{L_i\}_\beta$, то найдется подстановка β , для которой $\{L_i\}_{\alpha\beta} = \{L_i\}_\beta$. С точностью до алфавитных вариантов существует *единственный* НОУ.

12.2.7. Алгоритм унификации.

Алгоритм, который находит НОУ для унифицируемого множества литер $\{L_i\}$ и сообщает о неудаче, если множество не унифицируемо, называют *алгоритмом унификации*. Приведем описание работы алгоритма.

1. Положить $k=0$ и $\sigma_k=\varepsilon$ (пустая подстановка). Перейти к пункту 2.
2. Если $\{L_i\}_{\sigma_k}$ не является одноэлементным множеством, то перейти к пункту 3. В противном случае положить $\sigma = \sigma_k$ и окончить работу.
3. Каждая из литер в $\{L_i\}_{\sigma_k}$ рассматривается как цепочка символов, и выделяются первые подвыражения литер, не являющихся одинаковыми у всех элементов $\{L_i\}_{\sigma_k}$. Указанные подвыражения, расположенные в лексикографическом порядке, образуют множество рассогласования B_k для $\{L_i\}_{\sigma_k}$. Пусть V_k —самый первый (левый), а U_k — следующий за ним элемент B_k . Тогда, если V_k является переменной, не входящей в U_k , то $\sigma_{k+1}=a_k\{U_k/V_k\}$, $k=k+1$ и перейти к пункту 2; в противном случае окончить работу.

Можно показать, что описанный процесс всегда завершается. Поясним работу алгоритма на примере. Пусть $\{L_i\} = \{P(x, z, v), P(x, k(y), y), P(x, z, b)\}$. На первом шаге работы алгоритма будет получено множество рассогласования $B_0=\{z, k(y)\}$ и подстановка $\sigma_1 = \{k(y)/z\}$. На втором шаге $\{L_i\}_{\sigma_1}$ не является одноэлементным множеством. $\{L_i\}_{\sigma_1} = \{P(x, k(y), v), P(x, k(y), y), P(x, k(y), b)\}$, множество $B_1=\{v, y, b\}$,

$\sigma_2 = \{k(y)/z, y/v\}$. На третьем шаге $\{L_i\}_{\sigma_2} = \{P(x, k(y), y), P(x, k(y), y), P(x, k(y), b)\} = \{P(x, k(y), y), P(x, k(y), b)\}$, $B_2 = \{y, b\}$, $\sigma_3 = \{k(y)/z, y/v, b/y\}$.

На четвертом шаге $\{L_i\}_{\sigma_3} = \{P(x, k(b), b)\}$ является одноэлементным множеством, а наиболее общим унификатором является подстановка

$$\{k(y)/z, y/v, b/y\}.$$

Заметим, что дизъюнкт можно рассматривать как множество литер $\{L_i\}$. Если подмножество литер некоторого дизъюнкта $\{L_i\}$ унифицируемо с помощью НОУ α , то $\{L_i\}_\alpha$ называется *фактором* $\{L_i\}$. У одного дизъюнкта может быть несколько факторов, но число их конечно. Например, факторами дизъюнкта

$$R(g(x)) \vee R(x) \vee Q(a, g(u)) \vee Q(x, g(b)) \vee Q(z, w)$$

являются дизъюнкты

$$R(g(z)) \vee R(z) \vee Q(a, g(u)) \vee Q(z, g(b)), R(g(a)) \vee R(a) \vee Q(a, g(b)).$$

Первый фактор получен унификацией двух последних вхождений литеры Q в исходный дизъюнкт, а второй — трех. В приведенном предложении два вхождения литеры R нельзя унифицировать, так как в множестве рассогласования $\{x, g(x)\}$ переменная x входит в терм $g(x)$, что противоречит требованию, содержащемуся в пункте 3 алгоритма унификации.

12.2.8. Резольвента.

Пусть $\{L_i\}$ и $\{M_i\}$ — два дизъюнкта, не имеющие общих переменных (это можно всегда получить переименованием переменных). Пусть $\{l_i\}$ и $\{m_i\}$ — такие два подмножества $\{L_i\}$ и $\{M_i\}$, что

1) $\{l_i\} \subseteq \{L_i\}$ и $\{m_i\} \subseteq \{M_i\}$;

2) для $\{l_i\}$ и $\{m_i\}$ существует наиболее общий унификатор α , т. е. $\{l_i\}_\alpha$ и $\{m_i\}_\alpha$ являются дополнительными.

Тогда говорят, что исходные дизъюнкты *разрешаются*, и из них выводим новый дизъюнкт, называемый *резольвентой*:

$$[\{L_i\} - \{l_i\}]_\alpha \cup [\{M_i\} - \{m_i\}]_\alpha.$$

Два дизъюнкта могут иметь более одной резольвенты, так как способ выбора $\{l_i\}$ и $\{m_i\}$ может оказаться не единственным. Если условия 1 и 2 не соблюдаются, то дизъюнкты не имеют резольвент.

Поясним процесс образования резольвент на примере. Пусть даны два дизъюнкта:

$$\{L_i\} = R(y, g(a)) \vee R(y, g(x)) \vee P(x),$$

$$\{M_i\} = \sim R(z, g(a)) \vee \sim P(z).$$

Выбирая в качестве $\{l_i\}$ и $\{m_i\}$ соответственно $\{R(y, g(a))\}$ и $\{\sim R(z, g(a))\}$, мы получаем резольвенту $R(z, g(x)) \vee P(x) \vee \sim P(z)$. Если в

качестве $\{l_i\}$ и $\{m_i\}$ выбрать соответственно $\{R(y, g(a)), R(y, g(x))\}$ и $\{\sim R(z, g(a))\}$, то резольвентой будет $P(a) \vee \sim P(z)$. Всего для этих двух дизъюнктов можно образовать четыре резольвенты.

12.2.9. Резолюция.

Пусть S — множество дизъюнктов. Будем называть *резолюцией* правило вывода, генерирующее резольвенты из множества S дизъюнктов. Объединение S с множеством всех резольвент, которые могут быть образованы из дизъюнктов, входящих в S , будем обозначать $R(S)$. Обозначим $R_0(S)=S$ и определим $R_{n+1}(S)=R(R_n(S))$ для $n \geq 0$.

Справедлива следующая теорема, устанавливающая полноту логической системы.

Теорема 12.3. *Если S — произвольное конечное множество дизъюнктов, то S невыполнимо тогда и только тогда, когда $R_n(S)$ содержит для некоторого $n \geq 0$ пустой дизъюнкт.*

Итак, мы определили формальную систему, использующую одно правило вывода (правило резолюции) и не требующую логических аксиом.

На основе приведенной выше теоремы можно построить процедуру опровержения. Эта процедура состоит в вычислении для конечного множества S дизъюнктов последовательности множеств $S, R_1(S), R_2(S), \dots$ и может закончиться одним из трех исходов.

1. $R_n(S)$ содержит пустой дизъюнкт и, следовательно, множество S невыполнимо.
2. $R_n(S)$ совпадает с $R_{n+1}(S)$ и, следовательно, S выполнимо.
3. Процедура для определенных множеств S продолжает работу бесконечно в связи с неразрешимостью исчисления предикатов.

В некоторых случаях бесконечный процесс можно распознавать и прерывать работу.

Процесс опровержения, использующий принцип резолюции, удобно представлять в виде графа. Вершинам графа соответствуют дизъюнкты. Дизъюнкты исходного множества изображаются в виде *концевых вершин*, т. е. **вершин, не имеющих предшественников**. Если два дизъюнкта образуют резольвенту, то из этих дизъюнктов проводятся ребра к вершине—дизъюнкту, соответствующему выведенной резольвенте. Вершина графа, у которой нет следующих за ней вершин, называется *корневой вершиной*. Она соответствует дизъюнкту, выведенному этим графом. Пустой дизъюнкт будем обозначать символом NIL . Корень графа будем изображать внизу, а исходные дизъюнкты вверху. На рис. 12.1 приведен пример

представления процесса опровержения в виде графа для невыполнимого множества дизъюнктов $\{R(x) \vee \sim Q(x) \vee \sim P(x), R(x) \vee P(x), R(x) \vee Q(x), \sim R(x)\}$.

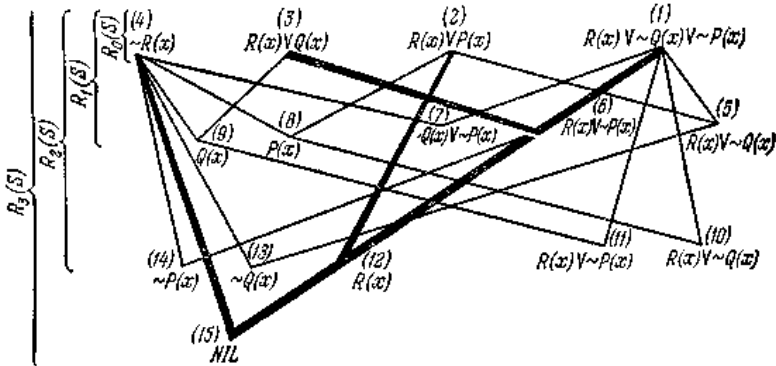


Рис. 12.1. Поиск опровержения с использованием бинарной резолюции.

На графе изображены дизъюнкты, получаемые в процессе применения бинарной резолюции к исходному множеству.

Процедура опровержения, построенная непосредственно на основе теоремы о резолюции, является весьма неэффективной, так как множества $R_1(S), R_2(S), \dots$ очень быстро разрастаются. В следующих параграфах мы опишем практические процедуры доказательства, сокращающие перебор как за счет введения правил, ограничивающих принцип резолюции (12.3 и 12.4), так и за счет применения более эффективных стратегий поиска (12.5).

12.3. Системы вывода в исчислении предикатов без равенства

Как было указано в 12.1, процедура доказательства может быть представлена парой (T, Σ) , где T — аксиомы и правила вывода, а Σ — стратегия поиска. В данном параграфе и в 12.4 будут рассмотрены правила вывода, ограничивающие принцип резолюции. Для лучшего понимания правил вывода мы будем приводить примеры их использования в контексте процедур доказательства. В этих примерах будет использоваться простейшая стратегия поиска — стратегия поиска в ширину (см. 11.3.2).

12.3.1. Семантическая резолюция

На рис. 12.1 мы привели пример процесса опровержения, полученного бинарной резолюцией. Из всех генерированных дизъюнктов для вывода *NIL* достаточны (6) и (12). Остальные дизъюнкты являются неуместными или избыточными. Рассмотрим на данном примере, как можно было бы избежать генерации лишних дизъюнктов. Один из существующих способов состоит в разделении множества *S* исходных дизъюнктов на два подмножества, при этом для образования резольвенты используют дизъюнкты из разных подмножеств. **На практике для разбиения множества на два класса используют интерпретацию.**

Пусть *I* — некоторая интерпретация множества *S* дизъюнктов. Тогда в одно подмножество (*S*₁) включаются дизъюнкты, которым выбранная интерпретация не удовлетворяет, а в другое (*S*₂) включаются дизъюнкты, которым интерпретация удовлетворяет. **Так как рассматриваемое множество дизъюнктов невыполнимо, то любая интерпретация разделит его на два непустых подмножества.**

В рассматриваемом нами примере интерпретация $I = \{\sim R, \sim Q, \sim P\}$ разделит исходное множество дизъюнктов на $S_1 = \{(2), (3)\}$ и $S_2 = \{(1), (4)\}$. Это позволит не генерировать дизъюнкт (7), так как он образуется из элементов одного подмножества.

Для ограничения количества генерируемых дизъюнктов используется понятие упорядочения предикатных букв. Упорядочим в исходном множестве (рис. 12.1) предикатные буквы следующим образом: $P > Q > R$. В двух дизъюнктах (один из *S*₁, а другой из *S*₂) будем резольвировать только такую литеру дизъюнкта из *S*₁, которая является *наибольшей (старшей) предикатной буквой* в данном дизъюнкте. Это ограничение позволит нам не резольвировать дизъюнкты (8) и (9), так как у них резольвируемая предикатная буква не является старшей ($R < P, R < Q$).

Для примера на рис. 12.1 при $I = \{\sim R, \sim Q, \sim P\}$, $P > Q > R$ и введенных нами ограничениях на уровне $R_1(S)$ возможно сгенерировать только дизъюнкты (5) и (6). Им обоим удовлетворяет интерпретация *I*, следовательно, мы их включаем и подмножеством *S*₂. После этого можно образовать два одинаковых дизъюнкта: *R* (из (3) и (5)) и *R* (из (2) и (6)). Дизъюнкту *R* выбранная интерпретация не удовлетворяет, и он включается в подмножество *S*₁. Но в *S*₂ есть дизъюнкт $\sim R$. Резольвируя *R* и $\sim R$, получим пустой дизъюнкт. Итак, существует два способа, которыми может быть получен дизъюнкт $R:(((1) (2)) (3))$ и $((1) (3)) (2)$. Способы отличаются только порядком использования дизъюнктов. Так как для доказательства достаточно одного способа

получения дизъюнкта, то необходимо избежать второго способа получения дизъюнкта R . Для этого вводится понятие *клаша*. Идея клаша состоит в том, чтобы генерировать R непосредственно из (1), (2) и (3) без образования «промежуточных» дизъюнктов (5) и (6).

Семантическая резолюция для ограничения резолюции использует объединение указанных выше понятий: интерпретации, упорядочения предикатных букв и клаша.

Приведем теперь формальное определение *семантической резолюции*.

Пусть I есть интерпретация. Пусть P — упорядочение предикатных букв. Конечное множество дизъюнктов $\{E_1, \dots, E_q, N\}$, $q \geq 1$, называется *семантическим клашем* по отношению к P и I (PI -клашем) тогда и только тогда, когда E_1, \dots, E_q (называемые *сателлитами*) и N (называемое *ядром*) удовлетворяют следующим условиям:

1. Интерпретация I не удовлетворяет E_1, \dots, E_q (т. е. E_1, \dots, E_q ложны в I).
2. Пусть $R_i = N$. Для каждого $i=1, \dots, q$ существует резольвента R_{i+1} , образованная из R_i и E_i .
3. Резольвируемая литера в E_i является наибольшей предикатной буквой в E_i , $i=1, \dots, q$.
4. Интерпретация I не удовлетворяет R_{q+1} (т. е. R_{q+1} ложно в I). R_{q+1} называется PI -резольвентой (из PI -клаша $\{E_1, \dots, E_q, N\}$).

Будем называть *семантической резолюцией* (PI -резолюцией) правило вывода, генерирующее PI -резольвенты из множества дизъюнктов.

Пример 12.4. Пусть

$$E_1 = T(x) \vee Q(x), \quad E_2 = Q(x) \vee R(x), \\ N = \sim T(x) \vee \sim Q(x) \vee R(x).$$

Пусть $I = \{\sim T, \sim Q, \sim R\}$ и P есть упорядочение, в котором $T > Q > R$. Тогда $\{E_1, E_2, N\}$ есть PI -клаш. PI -резольвентой этого клаша является $R(x)$.

В этом примере ни $\{E_1, N\}$ ни $\{E_2, N\}$ не являются PI -клашем, так как интерпретация I удовлетворяет образованным резольвентам (нарушение условия 4).

Отметим, что при изменении упорядочения P на такое, что $R > Q > T$, множество дизъюнктов $\{E_1, E_2, N\}$ не является PI -клашем (нарушено условие 3).

В PI -клаше $\{E_1, E_2, \dots, E_q, N\}$ E_1 рассматривается как первый сателлит, E_2 — второй, а E_q — последний. Фактически порядок сателлитов не является существенным. Мы можем пометить любой сателлит как первый, среди оставшихся любой как второй и т. д. Независимо от выбранного порядка мы получим одну и ту же PI -резольвенту. Следовательно, мы можем избежать генерации одной резольвенты многими способами.

Пусть I — интерпретация для множества S дизъюнктов и P — упорядочение предикатных букв, появляющихся в S . Вывод из S называется PI -выводом тогда и только тогда, когда каждый дизъюнкт в выводе является или дизъюнктом из S , или PI -резольвентой.

Пример 12.5. Пусть

$$S = \{Q(a) \vee R(x), \sim Q(x) \vee R(x), \sim R(a) \vee \sim T(a), T(x)\}$$

Пусть $I = \{\sim Q, R, \sim T\}$ и P — упорядочение предикатных букв $R > Q > T$.

На рис. 12.2, а показан PI -вывод пустого дизъюнкта из S .

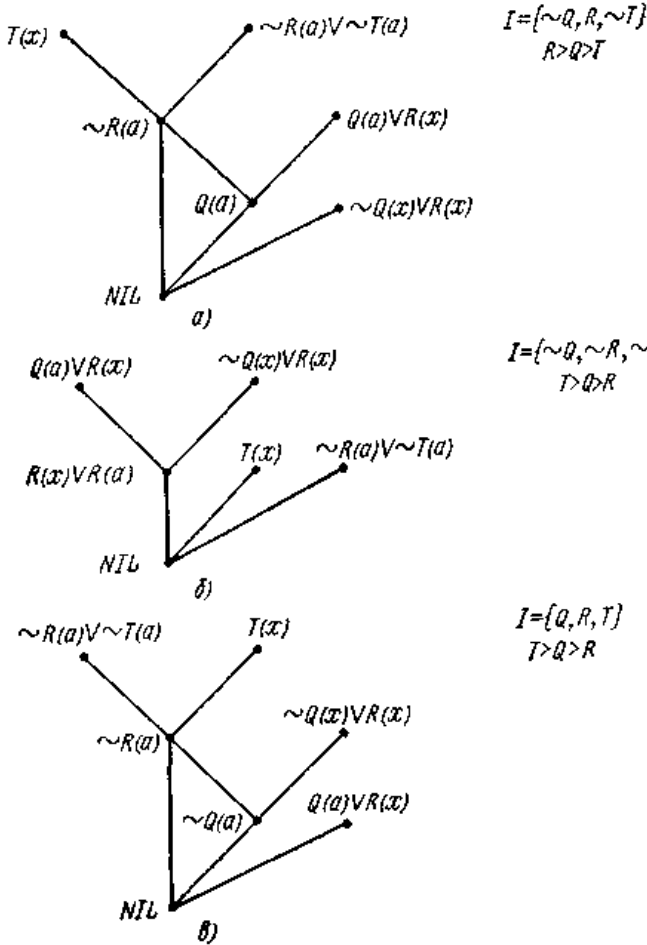


Рис. 12.2. Граф опровержения, полученный PI -резольвцией, положительной гиперрезольвцией и отрицательной гиперрезольвцией.

Особенностью семантической резолюции является тот факт, что можно использовать любую интерпретацию и любое упорядочение предикатных букв. Например, если в примере 12.5 выбрать $I = \{\sim Q, \sim R, \sim T\}$ и $T > Q > R$, то мы получим PI -вывод пустого дизъюнкта, изображенный на рис. 12.2, б.

Можно показать, что PI -резолюция полна, т. е.

если P есть упорядочение предикатных букв в конечном невыполнимом множестве S дизъюнктов и I есть интерпретация множества S , то существует PI -вывод пустого дизъюнкта из S .

12.3.2. Специализация семантической резолюции

В этом разделе мы опишем два правила вывода, которые могут быть получены из семантической резолюции выбором специальных интерпретаций. Одна интерпретация ведет к *гиперрезолюции*, а другая — к *стратегии множества поддержки*.

Будем называть дизъюнкт *положительным*, если он не содержит знаков отрицания. Дизъюнкт называется *отрицательным*, если каждая его литера содержит знак отрицания. Дизъюнкт называется *смешанным*, если он не является ни положительным, ни отрицательным.

Выберем интерпретацию I , в которой каждая литера является отрицанием атома. В этой частной интерпретации PI -резолюция называется *положительной гиперрезолюцией*. В положительной гиперрезолюции все сателлиты и PI -резольвенты (гиперрезолювенты) являются положительными дизъюнктами.

Отрицательной гиперрезолюцией называется специальный случай PI -резолюции, в которой интерпретация I не содержит литер со знаками отрицания. В отрицательной гиперрезолюции все сателлиты и PI -резольвенты (гиперрезолювенты) являются отрицательными дизъюнктами.

Из полноты PI -резолюции следует, что положительные и отрицательные гиперрезолюции полны.

Для примера 12.5 и упорядочения $T > Q > R$ вид положительной и отрицательной гиперрезолюции изображен на рис. 12.2, б и рис. 12.2, в соответственно.

Рассмотрим другую специализацию семантической резолюции.

Пусть S — конечное невыполнимое множество дизъюнктов и T есть подмножество S такое, что $S - T$ выполнимо. Так как $S - T$ выполнимо, то существует интерпретация I , которая удовлетворяет дизъюнктам множества $S - T$. Выберем данную интерпретацию. Пусть P — любое упорядочение предикатных букв в S . На основании полноты

PI -резолюции можно утверждать, что при выбранных P и I существует вывод D пустого дизъюнкта из S . Рассмотрим в D каждый PI -клаш $\{E_1, E_2, \dots, E_q, N\}$. По определению PI -клаша сателлиты ложны в I , поэтому ни один дизъюнкт из $S - T$ не является сателлитом.

PI -резольвента этого клаша может быть получена как результат последовательности бинарных резолюций E_1 и N , затем E_2 и резольвенты, полученной на предыдущем шаге (от E_1 и N), и т. д. Таким образом, в каждой бинарной резолюции одновременно оба резольвируемых дизъюнкта не принадлежат множеству $S - T$.

Резолюция, удовлетворяющая указанному требованию, называется *резолюцией множества поддержки (опорного множества)*, а множество $T -$ *множеством поддержки*.

Разложив PI -клаши в D в последовательность бинарных резолюций, мы получим *вывод множества поддержки*, т. е. вывод, в котором каждая резолюция есть резолюция множества поддержки.

Из приведенного рассуждения и полноты PI -резолюции следует, что стратегия множества поддержки полна.

12.3.3. Семантическая резолюция, использующая упорядоченные дизъюнкты

Упорядочение предикатных букв, используемое в PI -выводе, в общем случае не дает возможности выбрать в сателлите единственную литеру, которая должна резольвироваться.

Пример 12.6. Пусть

$$S = \{R(a) \vee R(b) \vee R(c) \vee R(d), \sim R(x)\},$$

$$I = \{\sim R(x)\}$$

и P - любое упорядочение. Тогда в PI -клаше

$\{R(a) \vee R(b) \vee R(c) \vee R(d), \sim R(x)\}$ каждая из четырех литер в сателлите имеет одинаковое старшинство и, следовательно, является кандидатом на резольвирование с ядром.

Стремление иметь единственного кандидата на резольвирование в каждом сателлите приводит к идее упорядочения дизъюнктов.

Упорядоченным дизъюнктом называется определенная последовательность литер. Упорядоченный дизъюнкт, так же как и дизъюнкт, является дизъюнкцией входящих в него литер. Различие состоит в том, что **дизъюнкт рассматривается как множество литер, а упорядоченный дизъюнкт как некоторая последовательность литер.**

Говорят, что *литера L_2 старше литеры L_1* в упорядоченном дизъюнкте (или L_1 *младше*, чем L_2) тогда и только тогда, когда L_2 следует за L_1 в

последовательности, определенной упорядоченным дизъюнктом. Отметим, что *старшая (наибольшая) литера* дизъюнкта является последней литерой дизъюнкта, а *младшая (наименьшая) литера* — первой.

Рассмотрим $R(a) \vee R(b) \vee R(c)$ как упорядоченный дизъюнкт. В нем $R(c)$ —старшая (наибольшая) литера, а $R(a)$ — младшая литера.

Мы будем определять семантическую резолюцию, использующую упорядоченные дизъюнкты. Однако предварительно введем необходимые понятия.

Если две или больше литер (с одинаковыми знаками) упорядоченного дизъюнкта C имеют наиболее общий унификатор σ , то упорядоченный дизъюнкт, полученный из последовательности $C\sigma$ вычеркиванием любой литеры, идентичной младшей литере, называется *упорядоченным фактором дизъюнкта C* .

Пример 12.7. Для дизъюнкта $C=R(x) \vee Q(x) \vee R(a)$ первая и третья литеры имеют НОУ $\sigma = \{a/x\}$. Следовательно, $C\sigma = R(a) \vee Q(a) \vee R(a)$. В последовательности $C\sigma$ существуют две идентичные литеры (первая и третья литеры). В соответствии с определением младшей литерой считается литера, расположенная левее. Для получения упорядоченного фактора надо из $C\sigma$ удалить литеру, идентичную младшей литере. В рассматриваемом дизъюнкте это последняя литера. Таким образом, упорядоченным фактором является последовательность $R(a) \vee Q(b)$.

Пусть C_1 и C_2 — упорядоченные дизъюнкты. *Упорядоченная бинарная резольвента* дизъюнкта C_1 и дизъюнкта C_2 (не имеющих общих переменных) определяется следующим образом. Пусть L_1 и $\sim L_2$ — две литеры в C_1 и C_2 соответственно. Если L_1 и $\sim L_2$ имеют НОУ σ и C есть упорядоченный дизъюнкт, полученный из конкатенации последовательностей $C_1\sigma$ и $C_2\sigma$ путем устранения $L_1\sigma$ и $L_2\sigma$ и вычеркивания из оставшейся последовательности любой литеры, которая идентична младшей литере последовательности, то C называется *упорядоченной бинарной резольventой*.

Заметим, что упорядоченная бинарная резольвента C_1 и C_2 не то же самое, что упорядоченная бинарная резольвента C_2 и C_1 .

Пример 12.8. Рассмотрим упорядоченные дизъюнкты $C_1=R(x) \vee Q(x) \vee T(x)$ и $C_2=\sim R(a) \vee Q(a)$. Вычислим упорядоченную бинарную резольventу C_1 и C_2 . $L_1=R(x)$, $L_2=\sim R(a)$, $\sigma=\{a/x\}$. Конкатенация $C_1\sigma$ и $C_2\sigma$ дает последовательность $R(a) \vee Q(a) \vee T(a) \vee \sim R(a) \vee Q(a)$. Устранив $L_1\sigma$ и $L_2\sigma$, получим последовательность $Q(a) \vee T(a) \vee Q(a)$. В оставшейся последовательности первая литера является младшей, а третья литера идентична ей. Устранив третью литеру, получим последовательность

$Q(a) \vee T(a)$, являющуюся упорядоченной бинарной резольventой C_1 и C_2 .

Упорядоченной резольventой упорядоченных дизъюнктов C_1 и C_2 называется одна из следующих упорядоченных бинарных резольvent:

- 1) C_1 и C_2 ;
- 2) C_1 и упорядоченного фактора C_2 ;
- 3) упорядоченного фактора C_1 и C_2 ;
- 4) упорядоченного фактора C_1 и упорядоченного фактора C_2 .

Упорядоченной резолюцией называется правило вывода, которое генерирует упорядоченные резольventы из множества упорядоченных дизъюнктов. Можно показать, что упорядоченная резолюция полна.

Рассмотрим теперь семантическую резолюцию для упорядоченных дизъюнктов.

Пусть I — интерпретация. Конечная последовательность упорядоченных дизъюнктов $\{E_1, E_2, \dots, E_q, N\}$ называется упорядоченным семантическим клашем по отношению к I (для краткости *OI*-клашем) тогда и только тогда, когда E_1, E_2, \dots, E_q (называемые упорядоченными сателлитами) и N (называемое упорядоченным ядром) удовлетворяют перечисленным ниже условиям.

1. Интерпретация I не удовлетворяет E_1, E_2, \dots, E_q .
2. Пусть $R_q = N$. Для каждого $i = q, q-1, \dots, 1$ существует упорядоченная резольventa R_{i-1} сателлита E_i и R_i .
3. Резольвируемая литера в E_i является последней литерой в E_i , $i = 1, \dots, q$, резольвируемая литера в R_i является наибольшей литерой среди литер, которым удовлетворяет I .
4. Интерпретация I не удовлетворяет R_0 , R_0 называется *OI*-резольventой *OI*-клаша $\{E_1, E_2, \dots, E_q, N\}$.

Пример 12.9. Рассмотрим упорядоченные дизъюнкты:

- (1) $Q(a) \vee R(x)$,
- (2) $S(x)$,
- (3) $\sim R(x) \vee \sim S(a) \vee T(b)$.

Пусть I есть интерпретация, в которую все литеры входят со знаком отрицания. Интерпретация I не удовлетворяет дизъюнктам (1) и (2), поэтому они могут быть использованы как сателлиты. Так как (3) имеет литеры, которым удовлетворяет I , то (3) может быть использован как упорядоченное ядро. В (3) есть две литеры, которым удовлетворяет I ($\sim R(x)$ и $\sim S(a)$), следовательно, необходимы два сателлита. Пусть $R_2 = N = \sim R(x) \vee \sim S(a) \vee T(b)$. В R_2 наибольшей из литер, которым удовлетворяет I , является $\sim S(a)$. Так как $\sim S(a)$ и последняя литера (2) могут резольвироваться, то $E_2 = S(x)$. Упорядоченная резольventa R_1 сателлита E_2 и R_2 есть $R_1 = \sim R(x) \vee T(b)$.

В R_I наибольшей литерой, которой удовлетворяет I , является $\sim R(x)$. Так как $\sim R(x)$ и последняя литера (1) могут резольвироваться, то $E_1=Q(a) \vee R(x)$. Упорядоченная резольвента R_0 сателлита E_1 и R_1 есть $R_0=Q(a) \vee T(b)$. Так как интерпретация I не удовлетворяет R_0 , мы заключаем, что (E_1, E_2, N) или $((1), (2), (3))$ есть OI -кляш и $Q(a) \vee T(b)$ есть OI -резольвента этого кляша.

Из приведенного примера видно, что порядок упорядоченных сателлитов определяется порядком литер в упорядоченном ядре. Поэтому для рассмотренного примера $((2), (1), (3))$ не является OI -кляшем.

Если рассматривать дизъюнкты из примера 12.6 как упорядоченные дизъюнкты и $I=\{\sim R\}$, то для них существует только одна OI -резольвента $(R(a) \vee R(b) \vee R(c))$, в отличие от четырех PI -резольвент.

Пусть S — множество упорядоченных дизъюнктов и I — интерпретация для S . Вывод из S называется OI -выводом тогда и только тогда, когда каждый упорядоченный дизъюнкт в выводе есть или упорядоченный дизъюнкт из S , или OI -резольвента.

Для множества S дизъюнктов из примера 12.6 и $I=\{\sim R\}$ OI -вывод пустого дизъюнкта из S (рис. 12.3) требует всего четыре OI -резольвенты.

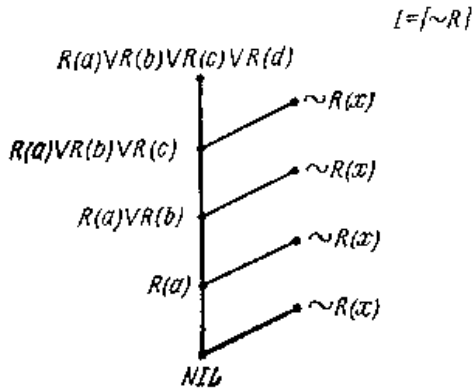


Рис. 12.3. Пример OI -вывода пустого дизъюнкта.

При использовании PI -резольвации генерируется 40 PI -резольвент до того момента, пока метод насыщения уровня (поиск в ширину) не найдет пустой дизъюнкт.

12.3.4. Выполнение семантической резолюции

Хотя *OI*-резолюция неполна, можно использовать понятие упорядоченных дизъюнктов для выполнения *PI*-резолюции.

Упорядоченным положительным дизъюнктом называется упорядоченный дизъюнкт, не содержащий литер со знаками отрицания. *Упорядоченным отрицательным дизъюнктом* называется упорядоченный дизъюнкт, в котором каждая литера содержит знак отрицания. *Упорядоченным неположительным (неотрицательным) дизъюнктом* называется упорядоченный дизъюнкт, не являющийся положительным (отрицательным). Ниже мы рассмотрим положительную гиперрезолюцию. Отрицательная гиперрезолюция может быть представлена подобным образом. Мы будем рассматривать только положительные упорядоченные дизъюнкты как кандидаты в сателлиты и неположительные как ядра. Мы примем соглашение, что в любом упорядоченном неположительном дизъюнкте отрицательные литеры располагаются после положительных.

Пусть S —множество упорядоченных дизъюнктов и P — упорядочение предикатных букв в S . Приводимый ниже алгоритм вычисляет положительные гиперрезолювенты.

1. Пусть M и N есть множество всех положительных и неположительных упорядоченных дизъюнктов в S .

2. $j=0$.

3. $A_0 = \emptyset, B_0 = N$.

4. $i=0$.

5. Если A_i содержит *NIL*, то конец (опровержение найдено), иначе переход к следующему шагу.

6. Если B_i пусто, то переход к шагу 9, иначе переход к следующему шагу.

7. Вычислить множество W_{i+1} ,

$W_{i+1} = \{ \text{упорядоченные резольвенты } C_1 \text{ и } C_2, \text{ где } C_1 \text{— упорядоченный дизъюнкт или упорядоченный фактор упорядоченного дизъюнкта в } M, \text{ а } C_2 \text{ — упорядоченный дизъюнкт в } B_i. \text{ Резольвированная литера } C_1 \text{ содержит наибольшую предикатную букву в } C_1, \text{ а резольвированная литера в } C_2 \text{ является «последней» литерой } C_2 \}$.

Пусть A_{i+1} и B_{i+1} будут множествами всех положительных и отрицательных упорядоченных дизъюнктов в W_{i+1} соответственно.

8. $i=i+1$, переход к шагу 5.

9. $T = A_0 \cup \dots \cup A_i$ и $M = T \cup M$.

10. $j=j+1, i=1$.

11. Вычислить множество R ,

$R = \{\text{упорядоченные резольвенты } C_1 \text{ и } C_2, \text{ где } C_1 \text{ есть упорядоченный дизъюнкт или упорядоченный фактор упорядоченного дизъюнкта в } T, \text{ а } C_2 \text{ есть упорядоченный дизъюнкт в } N. \text{ Резольвированная литера в } C_1 \text{ содержит наибольшую предикатную букву в } C_1\}$. (Отметим, что резольвированная литера в C_2 может быть любой литерой в C_2 .) Пусть A_1 и B_1 будут множествами всех положительных и неположительных упорядоченных дизъюнктов в R соответственно.

12. Переход к шагу 5.

В приведенном алгоритме j является номером уровня. Множество гиперрезольвент, сгенерированных на уровне j , размещается в множестве A_i . При этом i указывает на количество спутников, участвующих в образовании данной гиперрезольвенты. В каждом уровне j B_i будет убывать до пустого множества, так как максимальное число отрицательных литер в любом упорядоченном дизъюнкте в B_i уменьшается на единицу при увеличении i на единицу.

Шаг 11 введен для того, чтобы на уровне $(j+1)$ не генерировать резольвенты, полученные на уровне j . Можно показать, что если S невыполнимо, то пустой дизъюнкт генерируется приведенным алгоритмом.

С рассмотренным алгоритмом без потери свойства полноты может быть связана стратегия вычеркивания. То есть для T и M , полученных на 9-м шаге алгоритма, любой дизъюнкт в T или M , поглощаемый другими дизъюнктами в T или M , может быть вычеркнут. (Говорят, что дизъюнкт C_1 поглощает дизъюнкт C_2 , если существует такая подстановка, что $C_1 \sigma \subseteq C_2$.)

Пример 12.10. Пусть S есть множество упорядоченных дизъюнктов, $S = \{W(x) \vee S(x), \vee V(x) \vee S(x), S(x) \vee P(x), \sim P(x) \vee \sim Q(x), R(x) \vee \sim W(x), \sim S(x), Q(x) \vee \sim V(x) \vee \sim R(x)\}$.

Пусть предикатные буквы упорядочены следующим образом: $W > V > S > R > Q > P$.

Приведенный ранее алгоритм, примененный к множеству S породит следующие шесть положительных гиперрезольвент: $S(x) \vee R(x)$, $P(x)$, $R(x)$, $S(x) \vee Q(x)$, $Q(x)$, NIL .

Для получения гипервывода пустого дизъюнкта из S надо проследить последовательность порождения алгоритмом резольвент. Для рассматриваемого примера последовательность представлена на рис. 12.4, а.

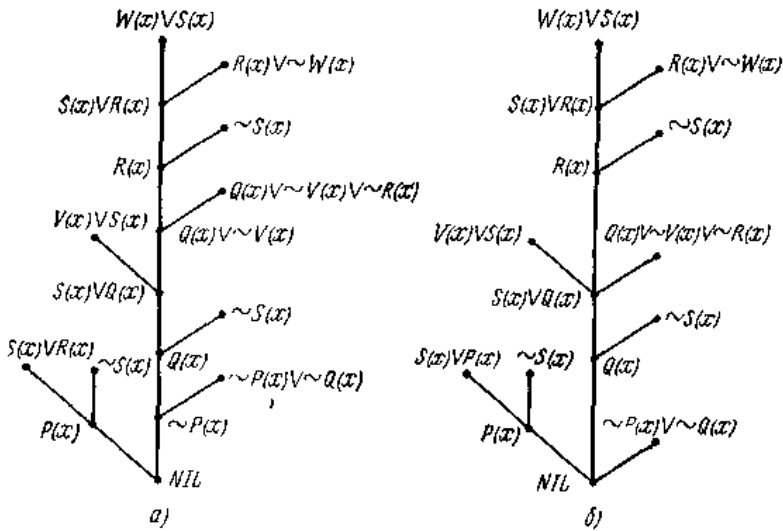


Рис. 12.4. Гипервывод пустого дизъюнкта.

Указанная последовательность естественным образом трансформируется в гипервывод NIL из 5 (рис. 12.4, б).

12.3.5. Линейная резолюция, использующая упорядоченные литеры и информацию о резольвированных литерях.

Предварительно определим простейшее и эффективное правило вывода, называемое входной резолюцией. Пусть S — исходное множество дизъюнктов. Дизъюнкты множества S будем называть *входными дизъюнктами*. *Входной резолюцией* называется бинарная резолюция, у которой хотя бы один из дизъюнктов является входным. Эта стратегия хорошо ограничивает перебор, но не является полной.

Небольшое усложнение входной резолюции приводит к линейному выводу.

Линейным выводом D из множества S дизъюнктов называется последовательность дизъюнктов (C_1, \dots, C_n) , в которой $C_1 \in S$, а каждый член C_{i+1} , $i=1, \dots, n-1$, является резольвентой дизъюнкта C_i (называемого *центральной дизъюнктом*) и дизъюнкта B (называемого

боковым дизъюнктом), который удовлетворяет одному из двух условий:

- 1) $B \in S$ (в этом случае B называют *входным дизъюнктом* дизъюнкта C_{i+1});
- 2) B является некоторым дизъюнктом C_j , предшествующим в выводе дизъюнкту C_i , т. е. $j < i$ (в этом случае B называется *предшествующим дизъюнктом* дизъюнкта C_{i+1}).

Если C_{i+1} получен на основании первого из условий, то говорят, что имела место *входная резолюция*, в противном случае — *резолюция предшествования*.

Пример 12.11. Рассмотрим невыполнимое множество W дизъюнктов, $W = \{ \sim P(x), P(x) \vee Q(x), \sim Q(x) \vee R(x), \sim R(x) \vee S(x), \sim R(x) \vee \sim S(x) \vee T(x), P(x) \vee \sim T(x) \}$.

На рис. 12.5, а приведен вид графа опровержения, удовлетворяющего условиям линейного вывода, для невыполнимого множества W дизъюнктов.

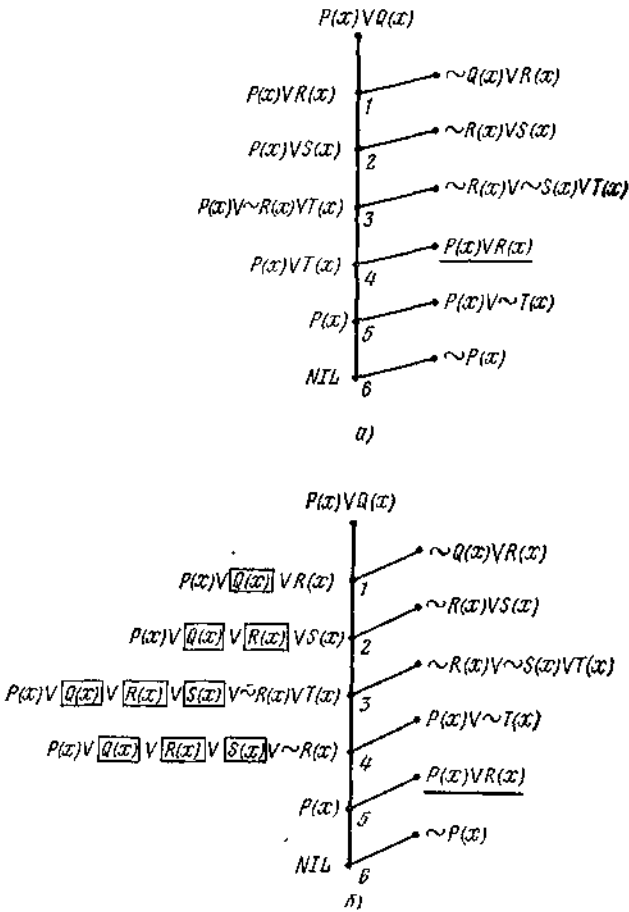


Рис. 12.5. Пример линейного опровержения.

Здесь слева изображены центральные дизъюнкты, а справа — боковые. Резольвенты 1, 2, 3, 5 и 6 получены входной резолюцией, а резольвента 4 получена резолюцией предшествования.

Концевую вершину A в графе, удовлетворяющем условиям линейного вывода, будем называть *начальной*, если любая другая вершина графа либо является концевой, либо следует за A .

Сформулируем без доказательства теорему, утверждающую, что для любого невыполнимого множества дизъюнктов всегда существует граф опровержения, удовлетворяющий условию тинсипоу вывода.

Теорема 12.4. Пусть G — граф опровержения для невыполнимого множества S дизъюнктов и A — некоторый дизъюнкт из S , появляющийся в G . Тогда для S существует граф опровержения G' , удовлетворяющий условиям линейного вывода, для которого A служит начальной вершиной.

Приведенная теорема устанавливает полноту линейного вывода.

Отметим, что при выборе начальной вершины в графе опровержения, удовлетворяющем условиям линейного вывода, допускается некоторый произвол. Начальная вершина должна появляться в каком-нибудь графе опровержения G , т. е. она выбирается из некоторого подмножества $K \subseteq S$, содержащего дизъюнкты, появляющиеся в каком-нибудь опровержении. Например, в качестве K могут выбираться дизъюнкты, возникающие при отрицании доказываемой теоремы.

Линейная резолюция является довольно примитивным правилом вывода. Однако это правило можно усилить введением упорядоченных дизъюнктов и использованием информации о резольвированных литерах. Связывание понятия упорядоченных дизъюнктов (см. п. 12.3.3) с линейной резолюцией не нарушает ее полноты, но существенно увеличивает эффективность метода.

Обычно при выполнении резолюции образование резольвенты происходит путем устранения резольвированных литер. Однако оказывается, что эти литеры несут очень полезную информацию, которая может быть использована для усиления линейной резолюции. До введения механизма, использующего информацию о резольвированных литерах, рассмотрим простой пример. Пусть дано множество 5 дизъюнктов, линейное опровержение для которого изображено на рис. 12.5, а. Заметим, что в этом графе все резольвенты, кроме одной ($P(x) \vee R(x)$), удовлетворяют входной резолюции. Было бы полезно найти необходимое и достаточное условие, когда надо применять резолюцию предшествования и с каким дизъюнктом. Это позволило бы в процессе линейного вывода, до тех пор пока не выполнено указанное условие, применять более эффективную входную резолюцию. Мы покажем, что это условие может быть определено, если используется понятие упорядоченных дизъюнктов и соответствующим образом записывается информация о резольвированных литерах. Вывод, использующий оба эти понятия, называется *линейным упорядоченным выводом (OL-выводом)*. До формального определения этого вывода рассмотрим его применение к множеству упорядоченных дизъюнктов из примера 12.11 (рис. 12.5, б). Начальной вершиной выберем упорядоченный дизъюнкт $P(x) \vee Q(x)$, последняя литера которого резольвирует с дизъюнктом $\sim Q(x) \vee R(x)$. Мы будем образовывать резольвенту по правилам, подобным

образованию резольвенты для упорядоченных дизъюнктов. Отличие будет состоять в том, что вместо устранения обеих резольвированных литер мы будем оставлять в резольвенте первую из них, но помечать ее особым образом. Мы будем записывать резольвированные литеры в рамке и называть их *A*-литерами. Остальные литеры будем называть *B*-литерами. Если за *A*-литерой не следуют *B*-литеры, то *A*-литера (литеры) вычеркиваются.

В приведенном примере в качестве первой резольвенты получим

дизъюнкт $P(x) \vee \boxed{Q(x)} \vee R(x)$. Аналогичным образом

получаются вторая, третья и четвертая резольвенты (рис. 12.5, б).

Все четыре первые резольвенты образованы входной резолюцией.

Четвертая резольвента имеет вид $P(x) \vee \boxed{Q(x)} \vee$

$\vee \boxed{R(x)} \vee \boxed{S(x)} \vee \sim R(x) \vee \boxed{T(x)}$.

$\boxed{T(x)}$

Так как за *A*-литерой $\boxed{T(x)}$ не следуют *B*-литеры, то эта *A*-литера вычеркивается. Отличительной особенностью полученной резольвенты

$(P(x) \vee \boxed{Q(x)} \vee \boxed{R(x)} \vee \boxed{S(x)} \vee \sim R(x))$

является тот факт, что последняя *B*-литера ($\sim R(x)$) является

дополнительной к *A*-литере $(\boxed{R(x)})$. Данное обстоятельство и

является указанием на необходимость использования при образовании очередной резольвенты не входной резолюции, а резолюции предшествования.

Так как за *A*-литерами в пятой резольвенте

$(P(x) \vee \boxed{Q(x)} \vee \boxed{R(x)} \vee \boxed{S(x)} \vee \boxed{\sim R(x)})$ не следуют

B-литеры, то *A*-литеры удаляются и резольвента принимает вид $P(x)$.

Шестая резольвента равна пустому дизъюнкту.

Введем теперь формальное определение *OL*-вывода.

Упорядоченный дизъюнкт *C* называется *уменьшающимся упорядоченным дизъюнктом* тогда и только тогда, когда последняя литера *C* унифицируется с отрицанием некоторой *A*-литеры в *C*.

При получении уменьшающегося упорядоченного дизъюнкта нет необходимости искать, с каким из полученных ранее дизъюнктов он образует резолюцию предшествования. Вместо этого можно просто вычеркивать последнюю литеру в этом упорядоченном дизъюнкте. Мы будем называть это вычеркивание *операцией уменьшения*. Операция уменьшения позволяет не запоминать в *OL*-выводе промежуточных дизъюнктов. Этот аспект *OL*-вывода делает его очень удобным для выполнения на вычислительной машине.

Операцию устранения *A*-литер, за которыми не следуют *B*-литеры, будем называть *операцией сокращения*.

Пусть *C* — уменьшающийся дизъюнкт и *L* — его последняя литера, унифицируемая с некоторой *A*-литерой наиболее общим унификатором σ . Тогда упорядоченный дизъюнкт, полученный из *C* σ применением операций уменьшения и сокращения, будем называть *уменьшенным упорядоченным дизъюнктом* дизъюнкта *C*.

Итак, **эффективность *OL*-вывода вызвана двумя факторами:**

1. Обнаружением уменьшающегося дизъюнкта.
2. Введением операции уменьшения.

Упорядоченный фактор дизъюнкта C определим так же, как в п. 12.3.3. Условимся при образовании упорядоченного фактора применять операцию сокращения.

Упорядоченная бинарная резольвента дизъюнкта C_1 и дизъюнкта C_2 (не имеющих общих переменных) определяется аналогично определению, данному в п.12.3.3. Пусть L_1 и L_2 — две литеры в упорядоченных дизъюнктах C_1 и C_2 соответственно. Если L_1 и $\sim L_2$ имеют НОУ σ и *C* есть упорядоченный дизъюнкт, полученный из конкатенации последовательностей $C_1\sigma$ и $C_2\sigma$ путем

- 1) заключения в рамку $L_1\sigma$;
- 2) устранения $L_2\sigma$;
- 3) вычеркивания из оставшейся последовательности любой *B*-литеры, которая идентична младшей *B*-литере последовательности;
- 4) применения операции сокращения, то дизъюнкт *C* называется *упорядоченной бинарной резольventой C_1 и C_2* .

Упорядоченную резольventу определим так же, как в разделе 12.3.3.

Пусть дано множество *S* упорядоченных дизъюнктов и упорядоченный дизъюнкт C_1 из *S*. Линейный вывод дизъюнкта C_n из *S* с начальным дизъюнктом C_1 называется *OL-выводом*, если выполнены следующие условия:

1. Для $i=1, \dots, n-1$, C_{i+1} является упорядоченной резольventой дизъюнкта C_i и B_i (называемых соответственно *центральным* и *боковым*), при этом резольвированная литера C_i (или упорядоченного фактора C_i) является последней литерой C_i .

2. B_i является или некоторым дизъюнктом C_j , $j < i$ (если C_i есть уменьшающийся дизъюнкт), или дизъюнктом из S (во всех остальных случаях). Если B_i есть некоторый дизъюнкт C_j , $j < i$, то C_{i+1} является уменьшенным дизъюнктом.

3. В выводе нет тавтологий.

Определение упорядоченного дизъюнкта может быть использовано для доказательства следующего утверждения.

В *OL*-выводе, если C_i есть уменьшающийся упорядоченный дизъюнкт, то существует центральный упорядоченный дизъюнкт C_j , $j < i$, такой, что уменьшенный дизъюнкт C_{i+1} , полученный из C_i , является упорядоченной резольвентой C_i и C_j . На рис. 12.5,б этот дизъюнкт подчеркнут.

Следующая теорема устанавливает полноту *OL*-резольвации.

Теорема 12.5. *Если C есть упорядоченный дизъюнкт и невыполнимом множестве S упорядоченных дизъюнктов и если $S - \{C\}$ выполнимо, то существует *OL*-опровержение из S с упорядоченным дизъюнктом C как начальным дизъюнктом.*

Легко показать, что *OL*-резольвация включает в себя резольвацию множества поддержки, т. е. полнота *OL*-резольвации гарантирует полноту резольвации множества поддержки.

12.3.6. Линейный вывод.

Рассмотрим вопросы эффективного выполнения линейного вывода. Предположим, что для невыполнимого множества S дизъюнктов в качестве начального выбран дизъюнкт C_1 . После резольвирования C_1 со всеми возможными боковыми дизъюнктами мы получим резольвенты R_1, \dots, R_m . Каждый R_i , $1 \leq i \leq m$, является возможным центральным дизъюнктом. Если некоторый R_i является пустым дизъюнктом, то доказательство завершено. Иначе, для каждого i мы находим все возможные боковые дизъюнкты, которые могут резольвировать с R_i . Указанный процесс продолжается до получения пустого дизъюнкта. Для удобства представления указанного процесса будем изображать центральные дизъюнкты в виде вершин графа, а боковые в виде помеченных дуг, связывающих соответствующий центральный дизъюнкт и образующуюся резольвенту.

Проиллюстрируем сказанное на примере.

Пример 12.12. Пусть множество $S = \{R(x) \vee Q(x), \sim R(x) \vee Q(x), R(x) \vee \sim Q(x), \sim R(x) \vee \sim Q(x)\}$. В качестве начального дизъюнкта выберем дизъюнкт $R(x) \vee Q(x)$. На рис. 12.6 изображено дерево поиска пустого дизъюнкта с *OL*-резольвацией. (Для иллюстративных

целей тавтологии в примере не устраняются.) Номер у вершины указывает порядок получения резольвенты.

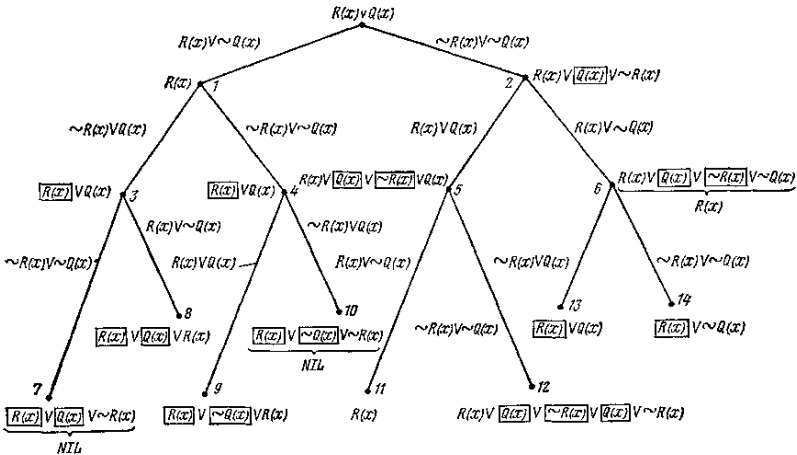


Рис. 12.6. Представление *OL*-опровержения в виде дерева поиска.

Нетрудно видеть, что задача нахождения *OL*-опровержения в указанной постановке подобна задаче эвристического поиска (см. 10.4). В терминах эвристического поиска задача нахождения опровержения, представленная на рис. 12.6, решена методом *поиска в ширину*. Здесь состояния представлены центральными дизъюнктами, а операторами являются боковые дизъюнкты. Начальным состоянием является дизъюнкт $d = \{R(x) \vee Q(x)\}$, а конечным *NIL*.

Следует отметить, что *OL*-вывод успешно конкурирует практически со всеми методами за счет простоты организации поиска. Эта простота объясняется как тем, что в *OL*-выводе один из резольвируемых дизъюнктов определен, так и тем, что здесь не требуется запоминать промежуточные дизъюнкты.

12.4. Правила вывода в исчислении предикатов с равенством

Равенство является важным и широко используемым отношением. Многие теоремы (истинные высказывания) могут быть легко записаны с использованием равенства. Если отношение равенства используется для выражения некоторой теоремы (истинного высказывания) и доказательство ведется с использованием единственного правила

резолуции, то, кроме аксиом, необходимо добавить набор аксиом, описывающих свойства равенства.

Аксиомы равенства для множества S дизъюнктов имеют вид:

1. $\{x=x\}$ (рефлексивность).
2. $\{x \neq y \vee y=x\}$ (симметричность).
3. $\{x \neq y \vee y \neq z \vee x=z\}$ (транзитивность).
4. $\{x_j \neq x_0 \vee \sim P(x_1, \dots, x_j, \dots, x_n) \vee P\{x_1, \dots, x_0, \dots, x_n\}\}$, где $j = 1, \dots, n$, для каждой n -местной предикатной буквы P , встречающейся в S .
5. $\{x \neq x_0 \vee f(x_1, \dots, x_j, \dots, x_n) = f(x_1, \dots, x_0, \dots, x_n)\}$, где $j = 1, \dots, n$, для каждой n -местной функциональной буквы f , встречающейся в S .

Аксиомы 4 и 5 определяют свойство подстановочности равенства.

В приведенных аксиомах для обозначения предикатного символа равенства мы используем $=$ и пишем $a = b$ и $a \neq b$ вместо $=(a, b)$ и $\sim=(a, b)$ соответственно.

Введение равенства с помощью аксиом и универсального правила вывода (резолуции) имеет определенные недостатки. Покажем это на примере.

Пусть дано: 1) $Q(a)$; 2) $a=b$. Надо доказать 3) $Q(b)$.

Если пользоваться аксиомами равенства и принципом резолуции, то сначала получим 4) $a \neq x_2 \vee Q(x_2)$, резольвируя выражение 1) и аксиому равенства $x_1 \neq x_2 \vee \sim Q(x_1) \vee Q(x_2)$. Затем, резольвируя 4) и 2), получим $Q(b)$. Естественно было бы не получать вспомогательное выражение 4), т. е. с помощью специальных правил вывода получить доказательство, имеющее вывод меньшей длины. На практике более существенным оказывается даже не увеличение длины вывода, а тот факт, что появившиеся бесполезные дизъюнкты (выражение 4)) приводят в свою очередь к появлению новых бесполезных дизъюнктов, «загрязняют» пространство поиска, а это приводит к снижению эффективности метода.

Следует указать, что сам факт присутствия аксиом равенства, увеличивающих общее количество формул, также является недостатком.

Существуют другие способы введения отношения равенства. Например, Дарлингтон использовал аксиомы второго порядка, Робинсон ввел обобщенный принцип резолуции, который обеспечил встраивание равенства, Моррис предложил E -резолуцию. Мы будем в этом параграфе рассматривать правило парамодуляции, являющееся наиболее естественным из предложенных правил.

Введем необходимые определения. Мы определили ранее, что множество S дизъюнктов является невыполнимым тогда и только тогда, когда S ложно на всех интерпретациях. Однако существует много множеств дизъюнктов, которые истинны в одних

интерпретациях, но ложны в других. Пусть W есть множество всех интерпретаций S . Пусть Q является непустым подмножеством W . Будем называть множество S дизъюнктом Q -*невыполнимым* тогда и только тогда, когда S ложно для каждого элемента Q .

Определим теперь R -невыполнимые множества, где R обозначает равенство.

R -интерпретация I множества S дизъюнктов есть интерпретация, удовлетворяющая следующим условиям:

а) $(\alpha=\alpha) \in I$;

б) если $(\alpha=\beta) \in I$, то $(\beta=\alpha) \in I$;

в) если $(\alpha=\beta) \in I$ и $(\beta=\gamma) \in I$, то $(\alpha=\gamma) \in I$;

г) если L' есть результат замещения некоторого одного появления α в L на β и $(\alpha=\beta) \in I$, то $L' \in I$.

Здесь α , β и γ — любые термы в эрбрановском универсуме для S , а L — любая литера в I .

Фактически R -интерпретация удовлетворяет условиям **рефлексивности, симметричности, транзитивности и подстановочности, т. е. является моделью теории равенства**. Многие авторы рассматривали специальные классы моделей различных теорий (частичного упорядочения, теории множеств и т. п.). Довольно общий подход к решению этой задачи предложен Слэйглом и продемонстрирован им на примерах теории равенства, частичного упорядочения и теории множеств, а позднее на теориях с коммутативностью и ассоциативностью. **Цель этого подхода заключается в том, чтобы заменить некоторые аксиомы рассматриваемой теории полными (по опровержению) и эффективными (по времени) правилами вывода.** Новые правила позволяют исключить огромное число лишних следствий, возникающих при использовании правила резолюции и аксиом теории. На основании этих идей частичное и общее упорядочение были встроены в правила вывода и получены экспериментальные результаты.

Мы будем рассматривать только модели теории равенства, так как подход к теории равенства и другим теориям является подобным.

Множество S дизъюнктов называется R -удовлетворимым, если существует R -интерпретация, удовлетворяющая всем дизъюнктам в S . Иначе S называется R -неудовлетворимым (R -невыполнимым).

Пусть S — множество дизъюнктов. Определим множество F функционально рефлексивных аксиом для S как $F = \{f(x_1, \dots, x_n) = f(x_1, \dots, x_n)\}$ для всех n -местных функциональных букв f встречающихся в S . S будем называть функционально-рефлексивной системой, если S

содержит F и $\{x=x\}$, и просто рефлексивной системой, если S содержит $\{x=x\}$, но не содержит F .

Теорема 12.6. Пусть S — множество дизъюнктов и P — множество аксиом равенства для S . S является R -невыполнимым тогда и только тогда, когда $S \cup P$ невыполнимо.

Для R -невыполнимых множеств справедливо расширение теоремы Эрбрана.

Теорема 12.7. Конечное множество S дизъюнктов R -невыполнимо тогда и только тогда, когда существует конечное множество S' фундаментальных примеров дизъюнктов в S такое, что S' является R -невыполнимым.

12.4.1. Парамодуляция

Определим правило вывода для равенства, называемое *парамодуляцией*. Используя резолюцию и парамодуляцию, мы всегда можем вывести пустой дизъюнкт из R -невыполнимого множества дизъюнктов.

По правилу парамодуляции из дизъюнкта C_1 , равного $\{L(t) \vee C'_1\}$, и дизъюнкта C_2 , равного $\{r=s \vee C'_2\}$, не имеющих общих переменных (где C'_1 и C'_2 — дизъюнкты, r и s — термы и $L(t)$ — литера, содержащая терм t) и таких, что t и r имеют НОУ σ , выводится дизъюнкт, называемый *бинарным парамодулянт* C_1 и C_2 :

$$L\sigma [s\sigma] \cup C'_1\sigma \cup C'_2\sigma,$$

где $L\sigma [s\sigma]$ обозначает результат замены одного появления $t\sigma$ в $L\sigma$ на $s\sigma$. Литеры L и $r=s$ называют *парамодулированными литерами*.

Пример 12.13. Рассмотрим дизъюнкты:

$$C_1: Q(g(f(x))) \vee R(x);$$

$$C_2: f(g(b))=a \vee T(g(c)).$$

Образует бинарный парамодулянт C_1 и C_2 . Здесь L есть $Q(g(f(x)))$, C'_1 есть $R(x)$, r есть $f(g(b))$, s есть a и C'_2 есть $T(g(c))$. L содержит терм t , равный $f(x)$, который унифицируется с r . НОУ t и r есть $\sigma = \{g(b)/x\}$. Следовательно, $L\sigma [t\sigma]$ равно $Q(g(f(g(b))))$, а $L\sigma [s\sigma]$ есть $Q(g(a))$. Так как $C'_1\sigma$ равно $R(g(b))$ и C'_2 равно $T(g(c))$ то бинарный парамодулянт C_1 и C_2 равен

$$Q(g(a)) \vee R(g(b)) \vee T(g(c)).$$

Парамодулированными литерами являются $Q(g(f(x)))$ и $f(g(b))=a$.

Парамодулянт дизъюнктов C_1 и C_2 есть один из следующих бинарных парамодулянтов:

- 1) бинарный парамодулянт C_1 и C_2 ;
- 2) бинарный парамодулянт C_1 и фактора C_2 ;

- 3) бинарный парамодулянт фактора C_1 и C_2 ;
- 4) бинарный парамодулянт фактора C_1 и фактора C_2 .

Приведем пример совместного использования правила парамодуляции и резолюции для получения опровержения.

Пример 12.14. Если $x^2=e$ для всех x в группе, то группа коммутативна.

1. $f(e, x) = x$.
2. $f(x, e) = x$.
3. $f(x, f(y, z)) = f(f(x, y), z)$.
4. $f(x, x) = e$.
5. $f(a, b) = c$.
6. $c \neq f(b, a)$.
7. $f(x, e) = f(f(x, y), y)$, парамодулянт 3 и 4, $t = f(y, z)$.
8. $x = f(f(x, y), y)$, парамодулянт 7 и 2, $t = f(x, e)$.
9. $a = f(c, b)$, парамодулянт 8 и 5, $t = f(x, y)$.
10. $f(y, f(y, z)) = f(e, z)$, парамодулянт 3 и 4, $t = f(x, y)$.
11. $f(y, f(y, z)) = z$, парамодулянт 10 и 1, $t = f(e, z)$.
12. $f(c, a) = b$, парамодулянт 11 и 9, $t = f(y, z)$.
13. $c = f(b, a)$, парамодулянт 8 и 12, $t = f(x, y)$.
14. *NIL*, резольвента 13 и 6.

Приведем алгоритм получения опровержения, используя правила парамодуляции и резолюции. Пусть S_0 — множество всех факторов дизъюнктов из S . Для нечетного $i > 0$ пусть S_i формируется из S_{i-1} добавлением всех дизъюнктов, которые могут быть получены парамодуляцией двух дизъюнктов в S_{i-1} . Для четного $i > 0$ пусть S_i формируется из S_{i-1} добавлением всех факторов дизъюнктов, которые могут быть получены резольвированием двух дизъюнктов в S_{i-1} . Если на некотором шаге получен пустой дизъюнкт, то это обозначает R -невыполнимость множества S .

Робинсон и Вос показали, что если S является конечным функционально-рефлексивным множеством дизъюнктов, то приведенный выше алгоритм является полуразрешающей процедурой для R -невыполнимости.

Непосредственное использование резолюции и парамодуляции неэффективно, поэтому используются различные стратегии. Ограничивающие стратегии для парамодуляции более слабы, чем для резолюции. Неполны аналоги *PI*-резолюции и *OL*-резолюции в парамодуляции. Гиперрезолюция и линейная резолюция могут быть распространены на парамодуляцию (гипермодуляция и линейная парамодуляция).

12.4.2. Гиперпарамодуляция.

Пусть P — упорядочение предикатных букв, которое включает буквы в дизъюнктах C_1 и C_2 . Парамодулянт C_1 и C_2 называется *P -гиперпарамодулянтом* тогда и только тогда, когда выполняются следующие условия:

1. C_1 и C_2 — положительные дизъюнкты.
2. Парамодулированные литеры в C_1 и C_2 содержат наибольшую предикатную букву в C_1 и C_2 соответственно.

Напомним, что *P -гиперрезольвента* есть *PI -резольвента*, когда каждая литера в интерпретации I содержит знак отрицания. Заметим, что в этом случае сателлиты и *P -гиперрезольвенты* являются положительными дизъюнктами.

Пусть P — упорядочение предикатных букв в множестве S дизъюнктов. Тогда *P -гипервывод с резолюцией и парамодуляцией* есть вывод, в котором каждый дизъюнкт есть дизъюнкт из S или *P -гиперрезольвента*, или *P -гиперпарамодулянт*. *P -гиперпровержение с резолюцией и парамодуляцией* есть *P -гипервывод с резолюцией и парамодуляцией* пустого дизъюнкта.

Можно показать, что *P -гиперпарамодуляция* полна, т. е. справедлива следующая теорема.

Теорема 12.8. *Если P — упорядочение предикатных букв в конечном R -невыполнимом множестве S дизъюнктов, то существует P -гиперпровержение с резолюцией и парамодуляцией из $(S \cup \{x=x\} \cup F)$, где F — множество функционально-рефлексивных аксиом для S .*

Полнота гиперпарамодуляции говорит, что можно рассматривать для резолюции только клаши с положительными сателлитами, а для парамодуляции — только положительные дизъюнкты. Эта процедура вывода особенно хорошо работает при малом количестве положительных дизъюнктов. Отметим, что упорядочение P предикатных букв может играть важную роль в дедуктивной процедуре. Действительно, введя для предикатной буквы равенства наименьший (наибольший) порядок, мы будем получать больше (меньше) резолюций, чем парамодуляции. Если предикатной букве равенства присвоить наименьший порядок, то мы получим следующее следствие теоремы 12.8.

Следствие 12.1. *Если P есть упорядочение предикатных букв в конечном R -невыполнимом множестве S дизъюнктов таких, что букве равенства R (или $=$) присвоен наименьший порядок в P , и если F есть множество функционально-рефлексивных аксиом для S , то пустой*

дизъюнкт выводится из $(S \cup \{x=x\} \cup F)$ резолюцией и парамодуляцией, в которых

- а) все резольвенты суть P -гиперрезольвенты;
- б) парамодуляция выполняется только между дизъюнктами, состоящими из положительных литер с единственной предикатной буквой (буквой равенства), и положительными дизъюнктами.

Заметим, что если мы используем P -гиперпарамодуляцию и P -гиперрезолюцию, то множество F функционально-рефлексивных аксиом требуется для получения доказательства. Например, рассмотрим $S = \{a=b, f(a) \neq f(b)\}$. S R -невыполнимо, но не существует P -гиперопровержения с резолюцией и парамодуляцией из $S \cup \{x=x\}$. Однако существует P -гиперопровержение с резолюцией и парамодуляцией из $\{S \cup \{x=x\} \cup F\}$.

Пример 12.15. Произведем на примере поиска опровержения невыполнимого множества S дизъюнктов сравнение парамодуляции и гиперпарамодуляции. Для обоих методов будем использовать поиск в ширину.

Для данного множества S дизъюнктов мы будем вырабатывать последовательности дизъюнктов $S_0, S_1, \dots, S_n, \dots$ до тех пор, пока не получим пустой дизъюнкт. Пусть $S_0 = S$.

$$S_n = \begin{cases} \text{резольвенты из } S_0 \cup \dots \cup S_{n-1} & \text{для нечетных } n, \\ \text{парамодулянты из } S_0 \cup \dots \cup S_{n-1} & \text{для четных } n. \end{cases}$$

Кроме того, после генерации нового дизъюнкта будем пользоваться стратегией вычеркивания поглощаемых дизъюнктов. Вычеркнутые дизъюнкты будем помечать звездочкой.

Пусть $S = \{\sim Q(a) \vee \sim S(a) \vee \sim T(a) \vee a=b, Q(a), S(a), T(a), f(a) \neq f(b), f(x)=f(x)\}$.

Пусть P будет следующее упорядочение предикатных букв: $Q > S > T > =$.

А) Рассмотрим P -гиперпарамодуляцию с ограничениями следствия 12.1.

$$S_0: \quad *1. \sim Q(a) \vee \sim S(a) \vee \sim T(a) \vee a=b.$$

$$2. Q(a).$$

$$3. S(a).$$

$$4. T(a).$$

$$5. f(a) \neq f(b).$$

$$6. f(x)=f(x)$$

$$S_1: \quad 7. a=b, P\text{-гиперрезольвента 1, 2, 3 и 4.}$$

$$S_2: \quad 8. Q(b), P\text{-гиперпарамодулянт 2 и 7.}$$

$$9. S(b), P\text{-гиперпарамодулянт 3 и 7.}$$

$$10. T(b), P\text{-гиперпарамодулянт 4 и 7.}$$

- $$\left. \begin{array}{l} 11. f(a) = f(b), \\ 12. f(b) = f(a), \end{array} \right\} \text{Р-гиперпарамодулянт 6 и 7.}$$

13. *NIL*, Р-гиперрезольвента 5 и 11.

Б) Рассмотрим теперь парамодуляцию без ограничений.

S_0 : *1. $\sim Q(a) \vee \sim S(a) \vee \sim T(a) \vee a=b$.

2. $Q(a)$.

3. $S(a)$.

4. $T(a)$.

5. $f(a) \neq f(b)$.

6. $f(x)=f(x)$.

S_1 : *7. $\sim S(a) \vee \sim T(a) \vee a=b$, резольвента 1 и 2.

S_2 : *8. $\sim S(a) \vee \sim T(a) \vee Q(b)$, парамодулянт 2 и 7.

*9. $\sim S(a) \vee \sim T(a) \vee S(b)$, парамодулянт 3 и 7.

*10. $\sim S(a) \vee \sim T(a) \vee T(b)$, парамодулянт 4 и 7.

*11. $\sim S(a) \vee \sim T(a) \vee f(b) \neq f(b)$, парамодулянт 5 и 7.

*12. $\sim S(a) \vee \sim T(a) \vee f(a) = f(b)$,
*13. $\sim S(a) \vee \sim T(a) \vee f(b) = f(a)$,
} парамодулянт 6 и 7.

S_3 : *14. $\sim T(a) \vee a=b$, резольвента 3 и 7.

*15. $\sim T(a) \vee Q(b)$, резольвента 3 и 8.

*16. $\sim T(a) \vee S(b)$, резольвента 3 и 9.

*17. $\sim T(a) \vee T(b)$, резольвента 3 и 10.

*18. $\sim T(a) \vee f(b) \neq f(b)$, резольвента 3 и 11.

*19. $\sim T(a) \vee f(a) \neq f(b)$, резольвента 3 и 12.

*20. $\sim T(a) \vee f(b) \neq f(a)$, резольвента 3 и 13.

S_4 *21. $\sim T(a) \vee \sim f(f(a) = f(f(b)))$,
*22. $\sim T(a) \vee \sim f(f(b) = f(f(a)))$,
} парамодулянт 6 и 19

S_5 : 23. $a = b$, резольвента 4 и 14.

24. $Q(b)$, резольвента 4 и 15.

25. $S(b)$, резольвента 4 и 16.

26. $T(b)$, резольвента 4 и 17.

27. $f(b) \neq f(b)$, резольвента 4 и 18.

28. $f(a) \neq f(b)$, резольвента 4 и 19.

29. $f(b) = f(a)$, резольвента 4 и 20.

30. $f(f(a)) = f(f(b))$, резольвента 4 и 21.

31. $f(f(b)) = f(f(a))$, резольвента 4 и 22.

S_6 : 32. $f(f(f(a))) = f(f(f(b)))$,
33. $f(f(f(b))) = f(f(f(a)))$,
} парамодулянт 6

S_7 : 34. *NIL*, резольвента 5 и 28.

12.4.3. Линейная парамодуляция.

Для данного множества S дизъюнктов и дизъюнкта C_1 из S *линейным выводом* C_n с *резольвцией* и *парамодуляцией* с начальным дизъюнктом C_1 называется последовательность дизъюнктов C_1, \dots, C_n , в которой

- 1) для $i=1, \dots, n-1$ C_{i+1} является резольвентой или парамодулянтном дизъюнктов C_i и B_i ;
- 2) каждый B_i является или некоторым дизъюнктом из S , или некоторым C_j , $j < i$.

Линейным опровержением с резольвцией и парамодуляцией называется линейный вывод с резольвцией и парамодуляцией пустого дизъюнкта.

Пример 12.16. Пусть S есть $\{\sim R(c) \vee c=d, \sim R(c) \vee g(c) \neq g(d), R(c) \vee a=b, R(c) \vee g(a) \neq g(b), g(x)=g(x)\}$. Тогда линейное опровержение из S с начальным дизъюнктом $\sim R(c) \vee c=d$ представлено на рис. 12.7.

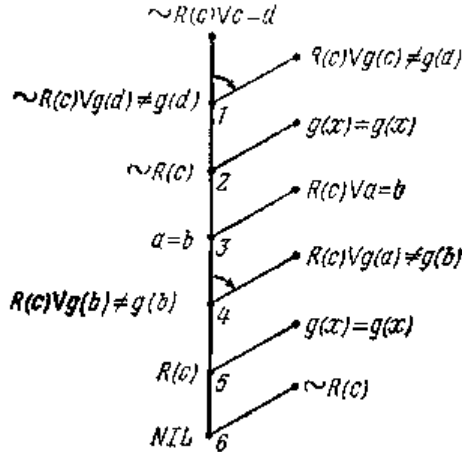


Рис. 12.7. Линейное опровержение с резольвцией и парамодуляцией.

Здесь шесть боковых дизъюнктов. Пять из них из множества S , а один ($\sim R(c)$) является предшествующим.

Можно показать, что линейная парамодуляция полна, т. е. справедлива следующая теорема.

Теорема 12.9. *Если C есть дизъюнкт в R - невыполнимом множестве S дизъюнктов, включающем $x=x$ и функционально-рефлексивные аксиомы, и если $S - \{C\}$ является R -выполнимым, то S имеет линейное опровержение с резольвцией и парамодуляцией с начальным дизъюнктом C .*

12.5. Стратегии поиска

В 12.1 указано на то, что процедура доказательства теоремы (истинного выражения) может быть разделена на **правило вывода и стратегию поиска**.

В предыдущих параграфах описаны **правила вывода, используемые для поиска опровержения**. В данном параграфе будут рассмотрены **стратегии поиска**. **Задача стратегии поиска — выбрать те дизъюнкты-кандидаты, к которым на очередном шаге процедуры доказательства теорем следует применять правило вывода.**

В 10.5 было показано, что пространство поиска при доказательстве теорем может быть представлено в виде абстрактного графа доказательства теорем (G, s) , в котором различным выводам одной и той же формулы соответствуют различные вершины. Если граф доказательства теорем, изображенный на рис. 10.9, интерпретировать как граф, получаемый применением принципа резолюции, используя метящую функцию $c: G \rightarrow B^*$, то два дизъюнкта $c(n_7)$ и $c(n_8)$ должны представлять собой все резольвенты пары $c(n_3)$ и $c(n_4)$. Дизъюнкт $c(n_8)$ не должен резольвировать ни с одним из дизъюнктов $c(n_i)$, где $1 \leq i \leq 4$. Дизъюнкты $c(n_{10})$ и $c(n_{11})$ являются или факторами дизъюнкта $c(n_7)$, или получены из $c(n_7)$ резольвированием $c(n_7)$ с самим собой. Если, например, $C = c(n_8) = c(n_7) = c(n_{14})$, то C имеет три вывода: два первого уровня и один третьего уровня. Отметим, что выводы нет необходимости представлять в виде дерева. В приведенном примере дизъюнкт $c(n_2)$ используется дважды в выводе $c(n_{13})$, но представлен в графе в виде одной вершины.

Как было указано в 10.5, **абстрактная задача доказательства теорем может быть представлена в виде четверки $P = (G, s, F, g)$** , где $F \subseteq G$ является множеством терминальных вершин для P (или решающих вершин) и $g: G \rightarrow R$ — оценочная функция, выражающая меру сложности вывода, (R — множество вещественных чисел).

Решение задачи P состоит в разработке стратегии поиска Σ , которая генерирует из G_0 вершину $n \in F$.

Стратегия поиска Σ для P есть функция $\Sigma: 2^G \rightarrow 2^G$, которая вырабатывает подмножество G из другого подмножества G . Задача стратегии поиска в данной постановке состоит в выборе наиболее перспективных дизъюнктов для применения к ним правил вывода. Другими словами, задача состоит в упорядочении дизъюнктов на основании некоторой меры, называемой обычно оценочной функцией. При этом дизъюнкты, имеющие наименьшее значение оценочной

функции, считаются предпочтительными и именно к ним и первую очередь применяются правила вывода.

Наибольшее распространение получил специальный вид оценочной функции $f(n)=g(n)+h(n)$ (для всех $n \in G$), выраженной в терминах **меры сложности K** и **дополнительной эвристической функции h** (см. 11.2). Эвристическая функция h для P есть функция $h: G \rightarrow R$ такая, что $h(n) \geq 0$, для всех $n \in G$. Интерпретация эвристической функции h состоит в том, что $f(n)=g(n)+h(n)$ оценивает стоимость $g(n^*)$, где n^* — терминальная вершина $n^* \in F$ такая, что $n \leq n^*$, т. е. $h(n)$ оценивает $g(n^*) - g(n)$.

В терминах этой оценочной функции можно описать ранние поисковые стратегии. Обычно в них $g(n)$ характеризовало уровень в графе доказательства, а $h(n)$ —длину дизъюнктов. Выбор в качестве $h(n)$ длины дизъюнкта обосновывается тем фактом, что резольвирование дизъюнктов, содержащих одну литеру, сразу приводит к опровержению. Стратегии *насыщения уровня* могут быть охарактеризованы как стратегии, использующие упорядочение на основании оценочной функции $f(n)=g(n)$, т. е. в первую очередь получают все резольвенты исходного множества дизъюнктов (нулевого уровня), затем первого уровня, второго и т. д. Эта стратегия эквивалентна стратегии поиска в ширину.

Стратегия *предпочтения единичным дизъюнктам* (одночленам) может быть представлена оценочной функцией $f(n)=h(n)$ при условии, что $g(n) < g_{\max}$. Данная стратегия широко используется на практике. Однако эта стратегия является неэффективной при наличии в исходном множестве аксиом большого количества единичных дизъюнктов (что имеет место в вопросно-ответных системах).

Стратегия *предпочтения наименьшим литерам*, предложенная Слэйглом, также выражается функцией $f(n)=h(n)$. Отличие ее от стратегии предпочтения единичным дизъюнктам состоит только в способе вычисления $h(n)$. Здесь $h(n)$ вычисляется не для дизъюнкта-кандидата, а для пары дизъюнктов-кандидатов. Предпочтительной считается такая пара дизъюнктов (A, B) , которая образует резольвенту (R) наименьшей длины. Длина резольвенты может быть вычислена до образования резольвенты по следующей формуле:

$$h(R) \leq h(A) + h(B) - 2.$$

На практике, так как важно не абсолютное значение длины, а относительное, $h(R)$ считают по формуле $h(R)=h(A)+h(B)$.

Мы привели выше простейшие стратегии поиска, используемые в ранних программах доказательства теорем. Ковальский обратил внимание на необходимость разработки более сложных стратегий и

определил класс диагональных поисковых стратегий (ДПС) (см. 11.2) и восходящих ДПС (см. 11.3).

Рассмотрим предложенный Ковальским частный алгоритм *восходящей диагональной стратегии поиска*, названной им Σ^* -алгоритмом.

Пусть t будет вершина в пространстве поиска, а $c(n)$ — соответствующий ей дизъюнкт. В Σ^* -алгоритме оценочная функция определяется парой (i, j) , где i — длина дизъюнкта $c(n)$, а j — уровень дизъюнкта $c(n)$. Если даны дизъюнкты $c(n_1)$ с оценкой (i_1, j_1) и дизъюнкт $c(n_2)$ с (i_2, j_2) , то $c(n_1) < c(n_2)$ (т. е. $c(n_1)$ лучше $c(n_2)$), если а) $i_1 + j_1 < i_2 + j_2$ или б) $i_1 + j_1 = i_2 + j_2$ и $i_1 < i_2$.

Если $i_1 + j_1 = i_2 + j_2$ и $i_1 = i_2$, то $n_1 =_{d^u} n_2$ (т. е. n_1 и n_2 равны в смысле введенного порядка).

Таким образом, при равенстве суммы длины и уровня двух дизъюнктов предпочтение отдается более короткому дизъюнкту, исходя из того, что цель стратегии поиска — получить дизъюнкт нулевой длины.

На основе введенного упорядочения Ковальский разделил пространство поиска на множества $A(i, j)$. Каждое множество $A(i, j)$ состоит из дизъюнктов, имеющих одинаковую меру упорядочения $<_{d^u}$. Алгоритм Σ^* пытается генерировать дизъюнкты в соответствии с упорядочением восходящей ДПС. Сначала Σ^* пытается найти среди исходных дизъюнктов дизъюнкт для множества $A(0, 0)$, что возможно, только если в исходном множестве S есть пустой дизъюнкт. Затем делается попытка последовательно генерировать (путем выбора из исходного множества или применением правил вывода) дизъюнкты в множества $A(0, 1)$, $A(1, 0)$, $A(0, 2)$, $A(1, 1)$, $A(2, 0)$, $A(0, 3)$, . . . , $A(i, j)$, где i — длина дизъюнкта, а j — уровень. Σ^* генерирует дизъюнкты для множества $A(i, j)$ одним из следующих способов:

1. При $j = 0$ дизъюнкт исходного множества длиной i заносится в $A(i, j)$.
2. При $j > 0$ фактор (факторы) дизъюнктов из $A(i+1, j-1)$ заносится в $A(i, j)$.
3. При $j > 0$ в множество $A(i, j)$ заносится резольвента дизъюнкта $c(n_1)$ из $A(i_1, j_1)$ и дизъюнкта $c(n_2)$ из $A(i_2, j_2)$, где $i = i_1 + i_2 - 2$ и $j = \max(j_1, j_2) + 1$.

В начале доказательства все множества A пусты. Они заполняются программой **НАПОЛНИТЬ** (i, j) , которая генерирует первым или третьим из указанных способов дизъюнкт с оценкой (i, j) . Алгоритм Σ^* начинает работу с вызова **НАПОЛНИТЬ** $(0, 0)$. Дизъюнкты $c(n_1)$ и $c(n_2)$, образующие резольвенту третьим способом, являются дизъюнктами из множества $A(i_1, j_1)$ с лучшей мерой, чем (i, j) . Когда программа **НАПОЛНИТЬ** (i, j) образовала все возможные дизъюнкты, то

вызывается программа НАПОЛНИТЬ (i',j') , где (i',j') есть следующая мера упорядочения в смысле $>_{d^u}$. Всякий раз, когда НАПОЛНИТЬ (i, j) генерирует новый дизъюнкт $c(n)$, вызывается программа РЕКУРСИЯ $(c(n))$. Ее задача — проверить, взаимодействует ли $c(n)$ с ранее генерированными дизъюнктами, и в этом случае выработать способом 2 и 3 все дизъюнкты с оценкой $(i', j') <_{d^u} (i, j)$, которые являются потомками $c(n)$. К полученным дизъюнктам также применяется программа РЕКУРСИЯ. Этот рекурсивный процесс продолжается до тех пор, пока на некотором уровне не удастся образовать дизъюнкты с мерой, лучшей, чем (i, j) . Тогда управление возвращается предыдущему уровню программы РЕКУРСИЯ. В конце концов осуществляется повторный вход в программу НАПОЛНИТЬ, и указанный процесс продолжается до нахождения пустого дизъюнкта или до исчерпания времени (или памяти), отведенного на доказательство.

Ковальский определил восходящую ДПС для оценочной функции $f(n)=g(n)+h(n)$. Можно усложнить данную функцию и рассматривать ее как линейную комбинацию не двух, а большего количества функций. Например,

$$f(n)=W_0g(n)+\omega_1h_1(n)+\omega_2h_2(n),$$

где ω_i — весовой коэффициент $\left(\sum_i \omega_i = 1\right)$, g — уровень

дизъюнкта, h_1 — длина дизъюнкта, h_2 — мера функциональной сложности дизъюнкта (например, наибольший уровень вложенности функций, входящих в дизъюнкт).

В изложенных выше стратегиях поиск начинается со всего множества исходных аксиом G_0 (формул нулевого уровня). При решении многих задач представления истин множество G_0 оказывается очень большим, что приводит к невозможности найти опровержение в приемлемое время. Применительно к рассматриваемой нами проблеме представления и доказательства истин (истинных выражений) G_0 включает множество всех исходных знаний об истинах. Будем называть все факты, входящие в G_0 , *базовыми данными*. Аксиомы базовых данных, не содержащие переменных, будем называть *константными аксиомами*. Остальные аксиомы будем называть *общими аксиомами*. Необходимо отметить, что для решения любой конкретной задачи представления и доказательства истин (истинных выражений) требуются не все базовые данные, а только небольшая их часть. Поэтому необходимо при поиске доказательства выбирать из

базовых данных только те дизъюнкты, которые уместны для решаемой задачи. Выбор уместных аксиом может быть осуществлен в основном за счет использования семантической информации о дизъюнктах, а не синтаксической, использованной **в методах упорядочения (длина, уровень или мера сложности дизъюнктов)**.

Продемонстрируем методы внесения в процедуру поиска не только синтаксической, но и семантической информации на примере Q^* алгоритма. Данный алгоритм состоит из двух подалгоритмов:

1. *Алгоритма выбора базового дизъюнкта*, осуществляющего выбор из множества всех дизъюнктов тех, которые относятся к решаемой задаче.

2. *Алгоритма дедукции*, определяющего последовательность, в которой к дизъюнктам применяются правила вывода.

Оба алгоритма удобно описать в контексте поиска *в системе редукций*.

Система редукций состоит из **трех множеств: начальных задач, множества операторов и конечных (разрешимых) задач**.

В контексте доказательства теорем методом резолюции будем дизъюнкт рассматривать как задачу, а литеру как подзадачу. Дизъюнкт при этом соответствует конъюнкции подзадач, так как для решения задачи все литеры должны быть разрешены путем применения операторов (других дизъюнктов).

Состав множества начальных задач зависит от используемой системы вывода. Например, если используется стратегия множества поддержки или стратегия, включающая множество поддержки (например, *OL*-вывод), то множество начальных задач состоит из дизъюнктов, входящих в отрицание доказываемой теоремы.

Множеством операторов является множество дизъюнктов, применимых к задаче посредством правил вывода. Однако множество применимых операторов зависит от используемых правил вывода. Резолюция использует два дизъюнкта, и для многих систем вывода любой из этих дизъюнктов можно рассматривать как задачу, а другой как оператор. Однако для ряда систем вывода кажется естественным делать различие между дизъюнктами. Например, в случае линейной или *OL*-резолюции боковые дизъюнкты естественно рассматривать как операторы. Конечными задачами являются дизъюнкты определенного вида. Типичным примером является пустой дизъюнкт, сообщающий, что решена вся задача. Более сложным является определение окончания подзадачи.

Подзадача *A*, соответствующая литере в дизъюнкте, может быть решена одним из двух способов:

- 1) разрешена за один шаг применением опровергающего ее оператора (например, путем резольвирования с одночленным дизъюнктом, дополнительным к A);
- 2) оператор, примененный к A , порождает дополнительное множество подзадач; при этом A считается разрешимым тогда и только тогда, когда будут разрешены все подзадачи.

Определить на практике, когда данная подзадача разрешена, весьма трудно, так как в зависимости от системы вывода подзадачи рассматриваются в произвольном порядке. Решение указанной задачи в общем случае требует запоминания громоздкой информации. Однако в случае OL -резольвации проблема упрощается, так как на данном уровне испытывается только одна подзадача, а информация, требуемая для запоминания, хранится в представлении дизъюнкта. Если решение некоторой подзадачи приводит к другим подзадачам, то в OL -резольвации создается A -литера, а вновь образованным подзадачам соответствуют B -литеры, расположенные справа от данной A -литеры. Когда все B -литеры будут разрешены (OL -резольвация выполняется над самой правой B -литерой) и A -литера оказывается справа, то A -литера устраняется из дизъюнкта операцией сокращения (см. п. 12.3.4), и только в этот момент выбирается для решения новая подзадача.

Процесс дедукции, используемый в алгоритме Q^* , подобен процессу поиска, описанному для алгоритма Σ^* , и состоит в вычислении оценочной функции. Отличие состоит в том, что с целью ускорения взаимодействия уместных базовых дизъюнктов с вновь полученными дизъюнктами можно вводить базовые дизъюнкты не только в программе НАПОЛНИТЬ, но и в программе РЕКУРСИЯ. В алгоритме широко используются различные *правила вычеркивания*, направленные на устранение избыточных или семантически бессмысленных дизъюнктов. Примерами таких дизъюнктов являются *тавтологии*, *алфавитные варианты* уже существующих дизъюнктов или *поглощаемые дизъюнкты*.

Алфавитным вариантом некоторого дизъюнкта C называется дизъюнкт C' , получаемый из C подстановкой, заменяющей только названия переменных.

Дизъюнкт C_1 *поглощает* дизъюнкт C_2 , если существует такая подстановка, что $C_1\sigma \subseteq C_2$. Например, дизъюнкт $P(x)$ поглощает дизъюнкт $P(y) \vee Q(z)$, так как при $\sigma = \{y/x\}$

$$\{P(x)\}_\sigma \subseteq \{P(y) \vee Q(z)\}.$$

Тавтологии, алфавитные варианты и поглощаемые дизъюнкты являются неуместными и излишними, и они должны вычеркиваться, когда для этого предоставляется возможность. Вычеркивание

алфавитных вариантов и тавтологий не нарушает полноты правил вывода. Вычеркивание поглощаемых дизъюнктов нарушает полноту некоторых правил вывода. Так, например, для бинарной резолюции (или семантической резолюции) и стратегии насыщения уровня вычеркивание поглощаемых дизъюнктов не нарушает полноты правил вывода, только если оно осуществляется после насыщения уровня.

Для устранения избыточных дизъюнктов применяется способ *означивания предикатов*, осуществляемый путем ссылок на семантическую информацию конкретной проблемной области. Так, например, пусть мы имеем дизъюнкт $C \vee \sim F(\text{Мэри}, x)$, где C — дизъюнкт. Если нам известно на основании семантической информации, что для истинности предиката F первый его аргумент должен быть объемом мужского пола, то мы можем определить, что $\sim F(\text{Мэри}, x)$ в данной интерпретации принимает значение «истинно» и, следовательно, весь дизъюнкт можно отбросить, не нарушая свойство невыполнимости оставшегося множества. Если же некоторая литера в результате означивания приобретает значение «ложно», то она может быть устранена из того дизъюнкта, в который она входит.

Хотя означивание предикатов является полезной стратегией, но она не защищает от генерации неуместных дизъюнктов. Указанная задача может быть с успехом решена путем тщательного выбора уместных базовых дизъюнктов.

Для того чтобы выбрать аксиомы (операторы), уместные для данной задачи, алгоритм Q^* первоначально генерирует дизъюнкты из отрицания теоремы. В зависимости от системы вывода алгоритм рассматривает одну или все литеры итерированных дизъюнктов (дизъюнктов «хозяев») как спецификацию, на основании которой осуществляется выбор аксиом. Каждую из этих литер будем называть *выделенной литерой*. Выделенная литера используется для выбора аксиом, которые *резольвируют* по данной литере с генерированным дизъюнктом. Таким образом, выделенные литеры действуют как образцы. Этот прием подобен идее Грина, на основании которой, только определенные дизъюнкты (активные) принимают участие в процессе поиска доказательства. Количество аксиом, отобранных выделенными литерами, может быть уменьшено отфильтровыванием на основании семантики (например, несоответствие типов аргументов). Оставшиеся после фильтрации операторы заносятся в список СПЕЦ и упорядочиваются таким образом, чтобы более уместные испытывались в первую очередь.

В результате работы алгоритма выбора базового дизъюнкта дедуктивный алгоритм получит не все базовые дизъюнкты, имеющие данную меру упорядочения. Как следствие этого, выбранные базовые

дизъюнкты не обязательно будут генерироваться в соответствии с мерой упорядочения. Следовательно, в отличие от алгоритма Σ^* , алгоритм Q^* не обладает допустимостью (см. главу 11). Однако потеря допустимости имеет только теоретическое значение. На практике кажется более важным найти быстро какое-нибудь решение, а не обязательно простейшее решение, требующее больших затрат и влекущее за собой риск не решить задачу в отведенные время и объем памяти.

Опишем теперь более подробно, каким образом происходит выделение аксиом, их фильтрация и упорядочение.

Как уже указывалось ранее, литеры генерированных дизъюнктов используются для выделения аксиом, которые становятся кандидатами для генерации. Система вывода, используемая алгоритмом дедукции, будет определять, какие дизъюнкты будут использоваться для этих целей и какие критерии будут применяться для выбора аксиом. Если система вывода использует стратегию опорного множества или если система связана с опорным множеством, как в *OL*-резолюции, то используются только литеры дизъюнктов, обладающих поддержкой. С другой стороны, если система вывода не включает стратегию опорного множества, то все сгенерированные дизъюнкты и общие аксиомы будут использоваться для выделения аксиом. При этом критерий резолюции должен быть ослаблен таким образом, что аксиома будет становиться кандидатом, если она содержит литеры, которые *унифицируют* с литерами сгенерированного дизъюнкта. Ослабление критерия резолюции необходимо для того, чтобы обеспечить опровергающую полноту алгоритма, например, в случае, когда для опровержения теоремы необходимо доказательство леммы, а теорема не используется до тех пор, пока лемма не доказана.

Система вывода указывает также, какие литеры должны использоваться при выделении аксиом. Так, например, такая система вывода, как *OL*-резолюция, указывает одну литеру каждого генерированного дизъюнкта, которая используется. Другие системы вывода используют для этих целей все литеры.

Рассмотрим теперь проблему семантической фильтрации найденных аксиом-кандидатов. Фильтрация может делаться на основе типов переменных и констант, входящих и выделенную литеру. Например, предположим, что литера генерированного дизъюнкта имеет вид \sim *РОДИТЕЛЬ* (x , *Петр*) и из контекста известно, что переменная x имеет тип *МУЖЧИНА*. Предположим, что потенциальными кандидатами, найденными в базовых данных, являются дизъюнкты:

- 1) \sim *ОТЕЦ*(u , v) \vee *РОДИТЕЛЬ* (u , v);
- 2) *МАТЬ* (u , v) \vee *РОДИТЕЛЬ* (u , v).

Применяя фильтр, получим, что аксиома 2) является несовместимой с выделенной литерой, так как переменная *u* в литере *РОДИТЕЛЬ* имеет из контекста тип *ЖЕНЩИНА* (так как является первым аргументом предиката *МАТЬ*, требующего типа *ЖЕНЩИНА*). Таким образом, кандидатом становится только дизъюнкт 1).

Если некоторая подзадача может быть полностью решена с использованием константных аксиом, запомненных в явном виде в базовых данных, то нет необходимости генерировать для решения подзадачи общие аксиомы. Например, пусть *МАТЬ* (*x*, *Эмиль*) является литерой сгенерированного дизъюнкта. Пусть системе известен факт, что у каждого человека есть точно одна мать. Если аксиома *МАТЬ* (*Роза*, *Эмиль*) найдена в базовых данных системы, то она полностью решает подзадачу и мы выбираем только одного кандидата. Никакие другие аксиомы, которые могут резольвировать с предикатом *МАТЬ* (*x*, *Эмиль*), не следует вводить в пространство поиска для решения этой подзадачи.

Описанный процесс фильтрации уменьшает число аксиом, которые принимают участие в процессе поиска. Так как меньшее количество аксиом будет участвовать в логическом взаимодействии, то уменьшится число генерируемых дизъюнктов.

Следует отметить, что, хотя фильтрация делает систему неполной в смысле исчерпания всех вариантов решений, она оставляет ее полной в смысле опровержения.

После того как аксиомы-кандидаты выделены и подвергнуты семантической фильтрации, их необходимо упорядочить так, чтобы «более перспективные» обрабатывались в первую очередь.

Упорядочение выполняется в два этапа:

- 1) упорядочение кандидатов, связанных с выделенной литерой (это соответствует упорядочению операторов, применяемых к подзадаче);
- 2) упорядочение списков кандидатов, соответствующих различным выделенным литерам (это соответствует упорядочению подзадач).

Упорядочение кандидатов выделенной литеры осуществляется двумя способами. Либо упорядочение совершается на основании рекомендаций пользователя аналогично списку рекомендаций в языке PLANNER, либо в соответствии с оценочной функцией, используемой в дедуктивном алгоритме В последнем случае константные аксиомы предшествуют общим аксиомам

Для упорядочения подзадач (литер) используется эвристика, состоящая в предпочтении литерам, имеющим одну или несколько констант. Смысл этой эвристики состоит в том, что

- 1) константные литеры будут резольвировать (унифицировать) с меньшим числом базовых дизъюнктов, чем общие литеры,

2) если теорема касается частного утверждения, то предлагаемый механизм будет более уместен, чем слепой перебор на основе общих литер.

На рис. 12.8 приведен пример доказательства с предпочтением литерам, содержащим константы.

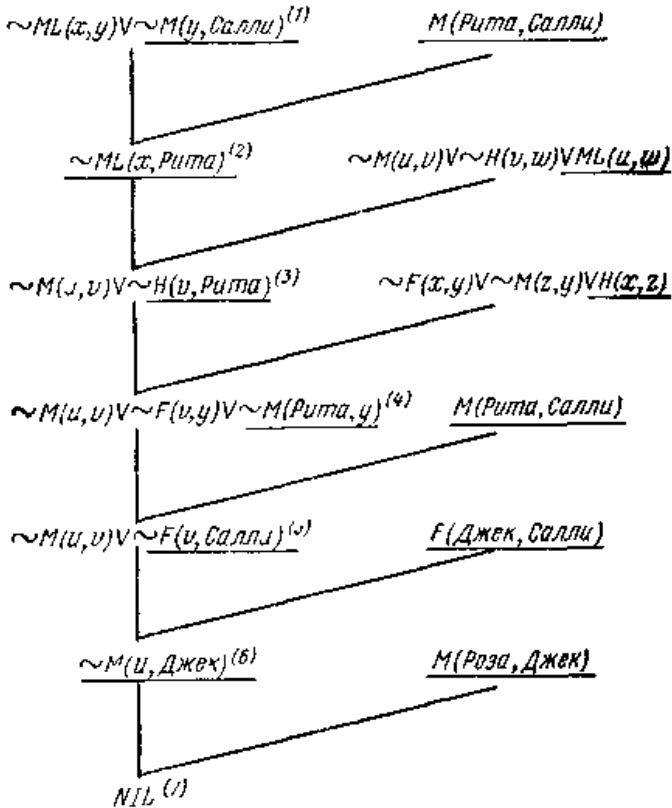


Рис. 12.8 Использование констант для ведения поиска.

Дизъюнкт 1) имеет две выделенные литеры. Мы отдаем предпочтение литере $\sim M(y, Салли)$, так как она содержит константу. Аксиомы, которые могут взаимодействовать с литерой $\sim M(y, Салли)$, принимают участие в поиске до других аксиом, применяемых к дизъюнкту 1). По аналогичным причинам мы отдаем предпочтение литере $\sim H(v, Рита)$ в дизъюнкте 3).

Если существует несколько подзадач, содержащих константы, то упорядочение осуществляется на основании предсказанного значения оценочной функции резольвенты, полученной из дизъюнкта «хозяина» выделенной литеры и первой аксиомы в списке кандидатов этой литеры.

Следует отметить, что в некоторых базовых данных определенные константы встречаются очень часто. Примером может служить константа, отражающая пол (мужчина, женщина) в картотеке личного состава какого-либо учреждения. Так как такие константы часто встречаются в базе данных и не именуют конкретного индивидуума, то они мало будут помогать в ведении поиска. Поэтому эти типы констант при упорядочении целесообразно рассматривать как переменные. Определенные события, происходящие в процессе поиска, могут быть использованы для сокращения пространства поиска и устранения определенных кандидатов из списка литер. Мы упоминали при описании фильтрации кандидатов-аксиом, что некоторые подзадачи могут быть полностью разрешены с помощью константных базовых аксиом. В более общей форме можно сказать, что некоторые подзадачи имеют точное число решений, в то время как другие — неопределенное число. Если число решений для данной подзадачи известно, то, когда все решения найдены, часть графа поиска (сформированная для решения данной подзадачи) может быть отброшена. В дополнение к этому аксиомы-кандидаты, выделенные при решении этой подзадачи, могут быть устранены. Результатом такого сокращения является уменьшение числа неуместных дизъюнктов в пространстве поиска и, что даже более важно, устранение их приемников.

Выполнение этого семантического действия весьма сложно для произвольной системы вывода, так как для данного дизъюнкта (задачи) попытки решения всех подзадач выполняются одновременно. Однако для *OL*-резольвции этот подход применим, так как здесь в текущий момент рассматривается только одна подзадача и информация, требуемая для обнаружения решения подзадачи, встроена в представление *OL*-резольвции.

Итак, мы описали приемы по использованию семантики в процессе поиска доказательства теорем (истинных выражений). Некоторые из этих приемов являются довольно общими и могут применяться для многих проблемных областей.

Заканчивая описание методов доказательства теорем, отметим, что основными способами устранения причин «экспоненциального взрыва» имеющего место при доказательстве теорем практической степени сложности, является использование семантики и встраивание в

правила вывода и алгоритмы унификации специфики конкретной области применения,

12.6. О машинном доказательстве теорем

Современные компьютеры могут выполнять множество сложнейших операций, доступных ранее только человеку. Кроме таких привычных действий, как распознавание образов, перевод текстов с одного языка на другой, они все больше внедряются в самые сложные сферы искусственного интеллекта – научного направления, моделирующего процесс человеческого мышления. Одно из таких направлений – автоматическое доказательство теорем – мы рассмотрим ниже.

Практически каждый из нас имеет представление о том, что такое аксиомы, теоремы и как проводятся математические доказательства. Подобную работу могут выполнять компьютеры (вернее, компьютерные программы), что, кажется, должно свидетельствовать о том, что они способны мыслить – в нашем, человеческом, понимании. На самом деле это, конечно же, не так. Они лишь слепо используют определенный набор правил и приемов, которому их нужно предварительно научить. Однако недостаток творческого начала в некоторых случаях вполне может компенсироваться быстродействием, и хорошее тому подтверждение – успехи шахматных программ. А исходной точкой для «машинного интеллекта» всегда будет некоторая формализация наших знаний, каковой является, в частности, математическая логика – дисциплина, посвященная изучению доказательств.

Автоматическое доказательство и логическое программирование

Установление отношений логического следствия, или, что то же самое, доказательство теорем является одной из главных задач логики. Она представляет не только теоретический, но и практический интерес для многих научных и технических областей. В качестве примера назовем две достаточно широкие научно-прикладные сферы, проблемы из которых могут быть выражены в терминах доказательства теорем:

- анализ программ. Если процесс выполнения программы описывается некоторой логической формулой A , а условие

завершения – формулой В, то проверку того, что программа закончит работу, можно сформулировать как доказательство следования В из А;

- преобразование состояний. Если заданы набор состояний и множество операторов над ними, то проблема достижения некоторого заданного состояния из исходного опять же сводится к доказательству логического следствия.

За долгие годы развития логики было предложено немало методов установления логического следствия. Большинство из них основаны на доказательстве того, что некоторая логическая формула, связанная с определением, истинна или ложна. Однако данные методы требуют большой рутинной работы (переписывания, перебора вариантов) для своей реализации, т. е. слишком трудоемки и громоздки для «ручного» применения. В то же время они легко программируются на ЭВМ, и это делает задачу установления логического следствия гораздо более доступной. Приемы и алгоритмы, используемые для решения таких задач, получили название автоматических (машинных) методов доказательства теорем.

Хотя эти алгоритмы были предложены давно и постоянно совершенствуются, их реализация на традиционных языках программирования вызывает существенные трудности. Потребность в адекватных инструментальных средствах привела к созданию целого направления в программировании, называемого логическим, которое включает подходы и методы, приспособленные для решения задач логики, и в рамках которого созданы специализированные языки.

При решении задач на этих логических языках, как правило, описывают предметную область (называемую иногда универсумом рассмотрения), и на ней определяют функции и предикаты, выражающие взаимосвязи между исследуемыми истинами. Логическое программирование при этом обладает особыми свойствами, отличающими его от других подходов. В функциональном программировании процедура действует как математическая функция, возвращая значение от аргументов. Логическая же процедура соответствует математическому понятию отношения и обладает большей гибкостью. При определении отношений ничего не говорит о том, какие аргументы исходные и каковы возможные результаты – в разных запросах одни и те же объекты могут играть различные роли.

Само **исчисление**, реализованное в логическом программировании, состоит из **формализованного языка и механизма вывода**. Последний, в свою очередь, включает некоторое множество исходных предложений, называемых аксиомами, и правил вывода, позволяющих из одних предложений получать другие. Последовательность предложений, каждое из которых либо является аксиомой, либо следствием предыдущих, называется **формальным выводом или доказательством**, а предложения, получаемые в этом процессе, – **теоремати**.

Наличие формальных правил вывода позволяет проверять правильность доказательства теорем, порождая с их помощью из аксиом все новые и новые следствия – до получения интересующей нас теоремы. Не менее часто применяется и обратный метод: берут интересующую теорему и выясняют, из каких посылок она может быть получена, затем анализируют эти посылки и т. д., пока не придут к аксиомам. К сожалению, в обоих случаях крайне сложно оценить необходимый объем вычислений.

Программные пакеты, выполняющие автоматические доказательства или некоторые их элементы, традиционно разделяют на *интерактивные* и *автоматические пруверы* (системы доказательств, *interactive/automated theorem provers*) и *верификаторы моделей* (*model checkers*). Данная классификация основана на некоторых параметрах решаемых задач и степени участия пользователя, хотя в целом такое разделение в известной степени условно.

Надо отметить, что с развитием машинных методов стал актуальным вопрос о том, что же считать доказательством в математике. Традиционно под ним понималась обзримая последовательность выводов, которую можно проверить «вручную», условно говоря, с помощью карандаша и листа бумаги. Однако участие в процессе компьютера потребовало пересмотра такого «устаревшего» представления.

Для иллюстрации сказанного приведем пример фундаментальной математической проблемы, решенной (в основном) машинными методами. Это так называемая задача о четырех красках, не подававшаяся аналитическому решению более века. Она была сформулирована в 1852 г., когда один английский географ заметил, что для раскраски карты Британии (при которой соседние графства имели

бы разных цвет) достаточно четырех красок. Математики, заинтересовавшиеся этим любопытным фактом, задались вопросом: а достаточно ли четырех красок для раскрашивания произвольной карты? Оказывается, да.

Упуская занимательную предысторию, скажем, что первое правильное доказательство этой теоремы было получено только в 1976 г. с использованием машинных методов. Между тем оно до сих пор вызывает сомнение у ряда специалистов. Дело в том, что в нем одновременно с громоздкой аналитической частью доказательства, состоящего из десятков страниц сложнейших выкладок и тысяч (!) дополнительных диаграмм, имеется машинная часть, которую удалось проверить только на компьютере (использовался суперкомпьютер Cray-1A). Авторы доказательства логически свели задачу к исследованию 1482 базовых карт, сформированных специальным образом – их раскраска на Cray потребовала 50 суток компьютерного времени. Это-то и поставило под сомнение надежность данного метода – вероятность ошибки (как программной, так и аппаратной) при таком объеме не является пренебрежимо малой. Впрочем, доказательство 1976 г. было подтверждено позже. В 1990-х годах задача о четырех красках была сведена к раскрашиванию «всего» 633 базовых карт, что может быть реализовано на современном ПК за вполне приемлемое время – всего за несколько часов. Тем не менее поводы для скепсиса не исчезли – ведь задача опять решена машинными методами, и о проверке доказательства «вручную» можно даже не мечтать.

Coq и Gallina

Важной особенностью большинства приложений, реализующих методы автоматического доказательства, является их некоммерческий, экспериментальный характер. С одной стороны, это обеспечивает бесплатный и неограниченный доступ к данному ПО всех желающих, но с другой – подобные системы, как и вообще многие некоммерческие IT-проекты, зачастую не имеют развитой пользовательской поддержки, нередко отличаются нестабильным функционированием и т. д.

Выше мы кратко упомянули об основных классах логических программ. К сожалению, даже тезисный обзор лучших представителей каждого из них, который смог бы сориентировать читателя, скажем, в выборе подходящего ему пакета, является совершенно необозримой задачей. Поэтому в качестве примера мы подробнее остановимся лишь

на одном из продуктов, обладающим, несмотря на общедоступность, весьма развитыми инструментами для решения сложных задач.

Система автоматизированного построения доказательств Coq, созданная в исследовательском институте INRIA (Франция), является достаточно сбалансированным приложением, сочетающим поддержку широкого спектра логических процедур, высокую стабильность работы и относительную простоту освоения для широких кругов пользователей. Система и сопровождающая ее документация могут быть свободно загружены с узла продукта. Разработчики определяют Coq как Proof Assistant, что в приведенной классификации соответствует интерактивным пруверам. Кроме того, Coq поддерживает процедуры полностью машинного вывода, характерные для автоматических пруверов, т. е. система обладает качествами сразу двух выделенных нами классов программ. Coq реализован на нескольких платформах (Linux, Mac OS, Windows, Solaris) и имеет набор интерфейсов, облегчающих взаимодействие с пользователем. В ОС Windows основным средством работы с системой является стандартная командная консоль, хотя в поставку входит и графический интерфейс CoqIde.



Интерфейс интегрированной среды разработки системы автоматизированного построения доказательств Coq

Базируется Coq на собственном языке спецификаций Gallina, состоящем из **объявлений, определений и команд**. **Объявление** ставит в соответствие некоторому имени его спецификацию, что примерно отвечает созданию переменной определенного типа в алгоритмических языках. Спецификации делятся на логические высказывания, математические коллекции и абстрактные типы. Например, спецификация `nat` является аксиоматическим понятием, принадлежащим математической коллекции, и означает натуральное число. Команда `Variable p:nat.` объявляет объект `p` как переменную натурального типа. С помощью **определений** создаются и именуется новые объекты (в то время как объявления приписывают объектам только типы). Например, в арифметическом модуле Coq определен объект `plus`, ставящий в соответствие двум натуральным числам их сумму (очевидно, что он является прямым аналогом функционального символа «сумма» из исчисления предикатов).

Как же проводятся доказательства в Coq? Кратко поясним только схему, не вдаваясь в детали. Теорема (в терминах Gallina называемое целью), которая должна быть доказана, записывается с помощью соответствующих операторов. Заранее, если необходимо, вводятся используемые в ней объекты – переменные, функциональные символы и др. Затем к цели применяются специальные команды, называемые тактиками, являющиеся примитивами построения доказательства. Тактика действует на текущую цель, пытаясь построить доказательство исходной теоремы, возможно, на основе некоторых гипотетических суждений, добавляющихся затем к текущему списку теорем. Процесс проведения доказательства с помощью тактик предусматривает активное участие пользователя и осуществляется, как правило, за несколько шагов, число которых может быть весьма значительным. При этом от него требуются довольно глубокие знания языка спецификаций. Таким образом, Coq функционирует как интерактивный прувер. Однако в Gallina также имеются тактики, пытающиеся построить доказательство без участия человека. Для их применения достаточно введения единственной команды, а в случае успеха выдается соответствующее сообщение. В этом случае Coq действует подобно полностью автоматическим системам.

В завершение нашего знакомства с Coq укажем на такое важное качество системы, как модульность и расширяемость. Применяемые в системе понятия и тактики оформлены в виде модулей-библиотек, которые можно подключать по мере необходимости. При обычном

старте в систему загружается минимальный набор библиотек, содержащий лишь логические связки и ряд арифметических понятий. Для работы в каких-то специфических предметных областях потребуются соответствующие дополнительные инструменты.

Таким образом, Coq является открытой расширяемой системой, способной выражать самые разные системы понятий и решать в них логические задачи. Так, в 2004 г. была завершена полная формализация в Coq упомянутой теоремы о четырех красках, что продемонстрировало ее высокие возможности.

Завершая это краткий обзор, хотелось бы затронуть вопрос о сравнении интеллектуальных способностей человека и возможностей современных пакетов автоматических доказательств при проведении логических выкладок. Иными словами, способны ли сегодняшние системы доказательств конкурировать, скажем, с математиками, делающими это без применения компьютеров? При всей неоднозначности такой постановки вопроса считается, что машинные системы доказательств пока заметно отстают от профессиональных ученых, тогда как уровень среднего школьника и даже студента ими давно пройден. Для сравнения: компьютерные программы, играющие в шахматы, сегодня практически победили человека; имеется всего лишь несколько шахматистов, способных играть на равных с Fritz или Shredder, особенно с их двухпроцессорными версиями (которые обычно снабжаются приставкой Deep). При этом программы неустанно совершенствуются, так, настоящий фурор произвел шахматный движок Rybka (созданный всего одним человеком, правда, профессиональным шахматистом), возглавляющим сегодня все рейтинги. Вместе с тем имеются области, где пруверы вне конкуренции – например, в Software Engineering для проверки корректности программ или непротиворечивости требований к ПО. Поэтому хотя невозможно спрогнозировать, превзойдут ли машинные системы доказательств человека, в настоящее время они уже нашли свои ниши, и в дальнейшем сфера их применения будет только расширяться.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каковы основные результаты предпринятого нами исследования?

Хотя определение понятия истины — логическая операция, по своей важности сравнимая с дедукцией, до сих пор нет единой, тщательно разработанной теории истин и информации. В отличие от исследований в области дедуктивной логики, в становлении теории истин и информации наблюдается отставание. Виды определений понятий истин — явные и неявные, синтаксические и семантические, реальные и номинальные, рекуррентные и определения понятия истины, содержащие выражения с йота-оператором, операциональные и остенсивные определения понятия истин и т. д. — чаще всего излагались перечислительно, одно рядом с другим, тогда как установление их взаимосвязи на базе некоторого интегрирующего понятийного аппарата упускалось из виду.

Предложенный нами семиотический и праксеологический подход к определениям понятий истин делает возможной единую и последовательную трактовку проблемы, способствует раскрытию взаимосвязей и взаимопереходов, ведущих от одного типа определений понятий истин к другому, позволяет характеризовать различные практические и дискурсивно-коммуникативные ситуации, в которых возникает необходимость определения понятия истины. Этот подход выявляет роль акта определения понятия истины в функционировании языка индивида — идиолекта, познавательные и методологические функции определений понятий истин.

Определения понятий истин представляют собой важнейшую составную часть любой научной теории, концепции, более или менее законченного рассуждения, в котором нечто доказывается или опровергается. Рассмотрение проблем определения понятий истин в связи с процессами познания, структурами и функциями научных теорий (то, чего обычно не делала традиционная логика) чрезвычайно расширяет и обогащает теорию определений понятий истин. В таком обогащенном виде она становится важным разделом логики научного познания и методологии науки.

Разработка теории определений понятий истин при указанных выше подходах связана не только с использованием формально-логических средств анализа, но и с применением идей и методов диалектической логики, поскольку выработка определения понятия истины, решение вопроса о предпочтении одного определения другому всегда связаны с уяснением сложных проблем возникновения и развития знания.

Функции определений понятий истин в процессе познания весьма многообразны. Они и детерминируют их роль в ходе научного познания, в процессе рассуждения.

I. Определения исходных понятий теории в значительной степени обуславливают содержание самой научной теории. От того, как определены (имеются в виду и явные и неявные (аксиоматические) определения) исходные понятия научной дисциплины, существенным образом зависит ее содержание, ее объяснительные и эвристические возможности. От того, как определяется то или иное понятие истины в науке, зависят принимаемые ею классификации, отнесение отдельных объектов (истин) к тем или иным классам истин, зависит область применения формулируемых при этом законов. Так, от того, что мы будем понимать под мышлением, мыслительной деятельностью, будет зависеть отнесение тех или иных высокоорганизованных животных к мыслящим или немыслящим существам. От того, как мы определим это понятие, будет зависеть решение вопроса о том, обладают ли даже самые совершенные машины мышлением или нет.

II. В определениях научных теорий формулируются более или менее «жесткие» правила отождествления и различения изучаемых предметов (истин). Без различения и отождествления предметов (истин) не может осуществиться никакая, даже самая элементарная, ориентировка в окружающем нас мире. Но в повседневной жизни мы чаще всего не испытываем необходимости в формулировке правил отождествления и различения предметов (истин) в виде более или менее строгих научных определений понятий истин. Отождествления и различения предметов (истин) мы производим, опираясь на приобретенный чувственно воспринимаемый опыт, на умение через контекст определять значения используемых в речи слов.

В научных же теориях мы не можем обойтись без определений как средств различения и отождествления изучаемых объектов (истин). Не выявив в процессе исследования специфических свойств изучаемых предметов (истин), невозможно построить общую теорию.

Известно, что закономерные связи обычно формулируются по отношению к классам объектов (истин). Чтобы эти закономерности можно было применить к реальным объектам (истинам), мы должны обладать сравнительно жесткими критериями, дающими возможность устанавливать принадлежность того или иного объекта (истине) к тому или иному классу истин. Эти критерии, позволяющие отождествлять и различать предметы (истины) изучаемой области, фиксируются в соответствующих определениях понятий истин.

Выработка таких критериев иногда связана с большими трудностями. Одной из причин трудностей выработки строгих критериев такого рода является то, что в силу диалектического характера материальной действительности **между предметами (истинами) не существует строгих разграничительных линий**.

III. Определения в аксиоматических теориях являются эффективным средством получения новых истин. Через аксиомы в такого рода теориях, как указывалось выше, в неявной форме определяется (во всяком случае частично) значение основных исходных понятий теории. Через эти основные исходные понятия затем определяются иные понятия теории. Из самих же аксиом, представляющих собой неявные определения основных объектов (истин), мы затем по известным правилам выводим следствия (теоремы). Их содержание определяется системой аксиом и используемыми при выведении следствий правилами вывода. Хотя вновь доказываемые предложения и содержатся *implicite* в аксиомах, тем не менее в процессе дедукцирования мы их выявляем, формулируем в явной форме и тем самым получаем новые знания, новые истины.

IV. Определения понятий истин являются средством введения в науку новых понятий истин, играют важнейшую роль при создании научной понятийности в любой отрасли знания.

Для того чтобы слова и знаки, используемые в научной теории, имели характер научных понятий, они должны обладать свойством однозначности. Это означает, что понятие истины должно обозначать один-единственный предмет (истину). Это требование однозначности знаков и терминов, используемых в языке теории, эквивалентно требованию исключения омонимии из языка науки. Установление значения понятия осуществляется посредством определений.

V. Определения понятий истин играют большую роль как средство сокращения сложных и длинных описаний, сложных выражений, встречающихся в науках.

Функция определения как средства сокращения используется в самых различных науках. Вообще говоря, можно было бы выделять предметы (истины) с помощью сложных описаний, фиксирующих лишь их специфические свойства (в составе определения эти описания выступают в роли дефиниенсов). Но это чрезвычайно затрудняло бы и процесс усвоения науки, и ее дальнейший прогресс.

Чтобы убедиться в этом, достаточно любое утверждение научной теории сформулировать не с помощью понятий теории, а с помощью тех описаний, которые ими заменяются. Так, нетрудно себе представить, какой громоздкий вид приобрело бы утверждение о том,

что «энтропия системы пропорциональна логарифму ее вероятности», если бы вместо понятий «энтропия», «система», «пропорциональность», «логарифм», «вероятность» мы подставили однозначные описания соответствующих объектов.

Но дело не только в этом. В описании таких понятий нам встретятся новые понятия, которые придется заменять на новые описания и т. д. до тех пор, пока мы не сведем все понятия к некоторым исходным, принимаемым без определения в силу тех или иных рациональных оснований. Если бы наука не элиминировала эти множества громоздкостей, то вряд ли она вообще могла бы развиваться.

VI. В процессе монологических и диалогических рассуждений (споров, дискуссий), в ходе которых обосновываются или опровергаются некоторые тезисы, мы обязаны однозначно устанавливать значение слов, входящих по крайней мере в формулировку отстаиваемого или опровергаемого тезиса. Это означает, что мы должны **посредством определений понятий истин сформулировать в явной форме значение соответствующих знаковых выражений**. Здесь нужно иметь в виду два обстоятельства. Во-первых, от того, как мы определим то или иное знаковое выражение, встречающееся в тезисе, зависит доказанность или опровержимость этого тезиса: при одних определениях он может быть доказан (опровергнут), при других нет.

Во-вторых, если в ходе дискуссии понятия, входящие в тезис, оппонентом и пропонентом определяются различно, то результаты дискуссии (если она вообще может быть завершена) не могут считаться научно обоснованными.

Литература

1. В.Ф.Асмус. Проблема интуиции в философии и математике. «Мысль», М.1965.
2. Дж. Барвайс. Введение в логику первого порядка. Справочная книга по математической логике. Ч.1. «Наука», М.1982. Пер. с англ.: Handbook of mathematical logic. J. Barwise (Ed). North-Holland P.C. 1977.
3. Дж.Булос, Р.Джеффри. Вычислимость и логика. М. «Мир» 1994. Пер. с английского: George S. Boolos, Richard C. Jeffrey. Computability and logic. Cambridge University press, 1989.
4. Е.А.Беляев, В.Я.Перминов. Философские и методологические проблемы математики. Изд-во Московского университета, 1981.
5. М.Бунге. Интуиция и наука. «Прогресс», М. 1967. Пер. с английского: M.Bunge. Intuition and Science. New York, 1962.
6. Н.Бурбаки. Начала математики. Ч.1, кн.1. Теория множеств. Мир. М. 1965. Пер. с французского.: Elements de Mathematique par N.Bourbaki. Livre 1. Theorie des ensembles. Troisieme edition, 1958.
7. Е.Вигнер. Непостижимая эффективность математики в естественных науках. УФН, т.94, вып.3, 1968, 535 – 546. Пер. с англ.: E.Wigner. The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences, Comm. Pure and Appl. Math. 131, 1 (1960).
8. Р.Декарт. Правила для руководства ума. Избранные произведения. М.1950. Пер. с французского: Descartes R. Oeuvres, t. X. Paris, 1908.
9. М.Клайн. Математика. Утрата определённости. М. «Мир», 1984. Пер. с англ.: Morris Kline. MATHEMATICS. The Loss of Certainty. N-Y, Oxford University Press, 1980.
10. С.К.Клини. Введение в метаматематику. ИЛ М. 1957. Пер.с англ. : Introduction tu metamathematics by Stephen Cole Kleene. 1952. D.van

Nostrand Company, inc. New York , Toronto.

11. М.Кац, С.Улам. Математика и логика. Ретроспектива и перспективы. «Мир», М. 1971. Пер. с англ.: Mathematics and Logic. Retrospect and Prospects. Mark Кас and Stanislaw M. Ulam. N.-Y. Washington. London. 1968.

12. А.Е. Кононюк. Общая теория познания и созидания. Кн.1. Киев: «Освіта України», 2013. 648 с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

13. А.Е. Кононюк. Общая теория познания и созидания. Кн.2, ч.1. Киев: «Освіта України», 2013. 544 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

14. А.Е. Кононюк. Общая теория познания и созидания. Кн.2, ч.2. Киев: «Освіта України», 2013. 644 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

15. А.Е. Кононюк. Информациология. Общая теория информации. Кн.1. Киев: «Освіта України», 2011. 476 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

16. А.Е. Кононюк. Информациология. Общая теория информации. Кн.2. Киев: «Освіта України», 2011. 476 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

17. А.Е. Кононюк. Информациология. Общая теория информации. Кн.3. Киев: «Освіта України», 2011. 412 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

18. А.Е. Кононюк. Информациология. Общая теория информации. Кн.4. Киев: «Освіта України», 2011. 488 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

19. А.Е. Кононюк. Общая теория понятий. Кн.1. Киев: «Освіта України», 2014. 514с.

20. А.Е. Кононюк. Общая теория понятий. Кн.2. Киев: «Освіта України», 2014. 544с.

21. А.Е. Кононюк. Общая теория понятий. Кн.3. Киев: «Освіта України», 2014. 614с.

22. А.Е. Кононюк. Системология. Общая теория систем. Кн.1. Киев: «Освіта України», 2012. 564с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

23. А.Е. Кононюк. Системология. Общая теория систем. Кн.2. Ч.1. Киев: «Освіта України», 2014. 558с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
24. А.Е. Кононюк. Системология. Общая теория систем. Кн.2. Ч.2. Киев: «Освіта України», 2014. 658с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
25. А.Е. Кононюк. Системология. Общая теория систем. Кн.2. Ч.1. Киев: «Освіта України», 2014. 558с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
26. А.Е. Кононюк. Общая теория распознавания. Кн.1. Киев: «Освіта України», 2012. 584 с. *ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html*
27. А.Е. Кононюк. Общая теория распознавания. Кн.2. Киев: «Освіта України», 2012. 588 с. *ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html*
28. А.Е. Кононюк. Консалтология. Общая теория консалтинга. Кн.1. Киев: «Освіта України», 2013. 448 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
29. А.Е. Кононюк. Консалтология. Общая теория консалтинга. Кн.2. Киев: «Освіта України», 2013. 412 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
30. А.Е. Кононюк. Консалтология. Общая теория консалтинга. Кн.3. Киев: «Освіта України», 2013. 520 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
31. А.Е. Кононюк. Консалтология. Общая теория консалтинга. Кн.4. Киев: «Освіта України», 2013. 508 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
32. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Начала. Кн.1. Киев: «Освіта України», 2012. 652с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
33. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Множества. Кн.2. Ч.1. Киев: «Освіта України», 2012. 452с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
34. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Множества. Кн.2. Ч.2. Киев: «Освіта України», 2013. 536 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
35. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Отношения. Кн.3. Ч. 1. Киев: «Освіта України», 2013. 552с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

36. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Отношения. Кн.3. Ч. 2. Киев: «Освіта України», 2013. 548 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
37. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Алгебры. Кн.4. Ч.1. Киев: «Освіта України», 2011. 452с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
38. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Алгебры. Кн.4. Ч.2. Киев: «Освіта України», 2011. 668 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
39. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Алгебры. Кн.4. Ч.3. Киев: «Освіта України», 2015. 488 с.
http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=640902
40. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Алгебры. Кн.4. Ч.4. Киев: «Освіта України», 2015. 548 с.
http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=641597
41. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Алгебры. Кн.4. Ч.5. Киев: «Освіта України», 2015. 528 с.
42. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Алгебры. Кн.4. Ч.6. Киев: «Освіта України», 2015. 608 с.

Алгебры и дифференциалы Меры

ep3.nuwm.edu.ua/4660/1/v39.pdf

43. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Матрицы. Кн.5. Ч.1. Киев: «Освіта України», 2013. 612 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
44. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Матрицы. Кн.5. Ч.2. Киев: «Освіта України», 2013. 500 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

45. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Матрицы. Кн.5. Ч.3. Киев: «Освіта України», 2013. 520 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
46. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Матрицы. Кн.5. Ч.4. Киев: «Освіта України», 2013. 508 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
47. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Матрицы. Кн.5. Ч.5. Киев: «Освіта України», 2013. 672 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
48. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Поверхности. Кн.6. Ч.1. Киев: «Освіта України», 2012. 652с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
49. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Графы. Кн.7. Ч.1 Киев: «Освіта України», 2014. 652с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
50. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Графы. Кн.7. Ч.2 Киев: «Освіта України», 2014. 552с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
51. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Графы. Кн.7. Ч.3 Киев: «Освіта України», 2015. 512с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
52. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Графы. Кн.7. Ч.4 Киев: «Освіта України», 2015. 552с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
53. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Графы. Кн.7. Ч.5 Киев: «Освіта України», 2015. 660с.
54. А.Е. Кононюк. Обобщенная теория моделирования. Кн.1. Ч.1 Киев: «Освіта України», 2012. 602с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
55. А.Е. Кононюк. Обобщенная теория моделирования. Кн.1. Ч.2 Киев: «Освіта України», 2012. 708с. *ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html*
56. А.Е. Кононюк. Обобщенная теория моделирования. Кн.1. Ч.3 Киев: «Освіта України», 2012. 568с. *ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html*
57. А.Е. Кононюк. Обобщенная теория моделирования. Кн.2. Киев: «Освіта України», 2012. 548с. *ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html*
58. А.Е. Кононюк. Обобщенная теория моделирования. Кн.3. Ч.1 Киев: «Освіта України», 2012. 636с. *ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html*

59. А.Е. Кононюк. Обобщенная теория моделирования. Кн.3. Ч.2 Киев: «Освіта України», 2012. 448с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
60. А.Е. Кононюк. Обобщенная теория моделирования. Кн.3. Ч.3 Киев: «Освіта України», 2013. 588с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
61. А.Е. Кононюк. Основы теории оптимизации. Кн.1. Киев: «Освіта України», 2011. 602с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
62. А.Е. Кононюк. Основы теории оптимизации. Кн.2. Ч.1. Киев: «Освіта України», 2011. 552с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
63. А.Е. Кононюк. Основы теории оптимизации. Кн.2. Ч.2. Киев: «Освіта України», 2011. 616с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
64. А.Е. Кононюк. Основы теории оптимизации. Кн.2. Ч.3. Киев: «Освіта України», 2012. 456с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
65. А.Е. Кононюк. Основы теории оптимизации. Кн.2. Ч.4. Киев: «Освіта України», 2012. 512с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
66. А.Е. Кононюк. Основы научных исследований. Кн.1. Киев: «Освіта України», 2011. 508с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
67. А.Е. Кононюк. Основы научных исследований. Кн.2. Киев: «Освіта України», 2011. 452с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
68. А.Е. Кононюк. Основы научных исследований. Кн.3. Киев: «Освіта України», 2011. 456с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
69. А.Е. Кононюк. Основы научных исследований. Кн.4. Киев: «Освіта України», 2011. 456с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
70. А.Е. Кононюк. Общая теория коммуникаций. Кн.1. Киев: «Освіта України», 2014. 488с.
71. А.Е. Кононюк. Нейроні мережі і генетичні алгоритми. Киев: «Корнійчук», 2010. 448с. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
72. Кононюк А. Е. Обобщенная теория познания и созидания. [В 2 кн.] Кн. 1 : Начала / А. Е. Кононюк. — Киев : Освіта України, 2013. ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=473129
73. Кононюк А. Е. Обобщенная теория познания и созидания. [В 2 кн.] Кн. 2 : Теория познания. Ч. 1 / А. Е. Кононюк. — Киев : Освіта України, 2013 ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html
http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=473315

74. Кононюк А. Ю. Вища математика. (Модульна технологія навчання) : навчальний посібник : в 2 кн. / А. Ю. Кононюк. — Київ : КНТ, 2009 — Кн. 1. — 2009. — 702 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

75. Кононюк А. Ю. Вища математика. (Модульна технологія навчання) : навчальний посібник : в 2 кн. / А. Ю. Кононюк. — Київ : КНТ, 2009 Кн. 2. — 2009. — 790 с.
ecat.diit.edu.ua:81/ft/index_ru.html

76. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Поверхности. Кн.6. Ч.2. Киев: «Освіта України», 2012. 652с.
<http://www.dut.edu.ua/ua/lib/127/category/96/view/1297>

77. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Пространства. Кн.8. Ч.1. Киев: «Освіта України», 2016. 748 с.
<http://www.dut.edu.ua/ua/lib/1/category/96/view/1439>

78. А.Е. Кононюк. Дискретно-непрерывная математика. Пространства. Кн.8. Ч.2. Киев: «Освіта України», 2016. 480с.
http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=640775