

ФЕДЕРАЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПРАВОСУДИЯ**

**В. Т. Королев
Д. А. Ловцов
В. В. Радионов**

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ. ЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Часть вторая

Учебное пособие

*Под редакцией
заслуженного деятеля науки РФ
д-ра техн. наук, профессора Д.А. Ловцова*

Москва
2017

Авторы:

Королев В. В., профессор, канд. техн. наук, почетный работник высшего профессионального образования РФ;

Ловцов Д. А., профессор, д-р техн. наук, заслуженный деятель науки РФ;

Радионов В. В., доцент, канд. техн. наук, почетный работник высшего профессионального образования РФ.

Рецензенты:

Дементьев В. А., профессор, д-р техн. наук, академик РАЕН (Институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева РАН);

Чевычелов В. А., профессор, д-р экон. наук, почетный работник высшего профессионального образования РФ (Российский государственный университет правосудия).

Королев В. Т., Ловцов Д. А., Радионов В. В.
С 34 **Системный анализ. Логические методы. Часть вторая: Учебное пособие** / Под ред. Д. А. Ловцова. — М.: РГУП, 2017. — 164 с.
ISBN 978-5-93916-638-6

Учебное пособие соответствует программе учебной дисциплины «Системный анализ» (раздел «Логические методы»), изучаемой в РГУП на экономическом факультете для подготовки бакалавров по направлениям 38.03.01 — «Экономика», 38.03.02 — «Менеджмент», 38.03.04 — «Государственное и муниципальное управление».

В пособии рассматриваются методы традиционной формальной логики (логические формы и законы), современной псевдоформальной логики (темпоральной логики, причинно-следственных и пространственных отношений) и современной символической (теоретической, математической, нечеткой) логики.

Предназначено для студентов, магистрантов юридических и экономического факультетов, аспирантов и преподавателей при изучении логических методов как продуктивного формализованного средства системного анализа.

© Королев В. Т., 2017
© Ловцов Д. А., 2017
© Радионов В. В., 2017
© Российский государственный
университет правосудия, 2017

Содержание

Введение	7
Глава 1. Теоретические основы логических методов	
1.1. Историко-философские аспекты развития науки «логики»	12
1.1.1. Этапы становления и развития науки «логики»	14
1.1.2. Познание как процесс отражения объективного мира	15
1.1.3. Мышление и его роль в познании	17
1.2. Основные законы логического мышления	20
1.2.1. Закон тождества	21
1.2.2. Закон непротиворечия	22
1.2.3. Закон исключенного третьего	23
1.2.4. Закон достаточного основания	24
1.3. Информационные средства логико-лингвистического моделирования	25
<i>Вопросы и задачи для самоконтроля</i>	31
Глава 2. Классификация логических форм	
2.1. Класс логических форм «понятие»	32
2.1.1. Содержание и объем «понятия» как формы мышления	32
2.1.2. Виды «понятий» и их характеристика	33
2.1.3. Отношение между «понятиями»	35
2.1.4. Логические операции с «понятиями»	36
2.1.4.1. «Обобщение» и «ограничение понятий»	36
2.1.4.2. Правила определения понятий	37
2.1.4.3. Правила деления понятий	38
2.2. Класс логических форм «суждение»	39
2.2.1. Виды и состав «простых суждений»	39
2.2.2. Классификация и общая характеристика «категорических суждений»	41
2.2.3. Логические отношения между «суждениями»	44
2.2.3.1. Простые суждения	44
2.2.3.2. Сложные суждения	46
2.3. Класс логических форм «умозаключение»	49
2.3.1. Структура, виды и характеристика «умозаключений»	49
2.3.2. Дедуктивные «умозаключения»	54
2.3.2.1. Превращение	55
2.3.2.2. Обращение	56

2.3.2.3. Противопоставление	57
2.3.2.4. Умозаключение по «логическому квадрату»	58
2.3.2.5. «Простой категорический силлогизм»	60
2.3.2.6. Правило терминов	61
2.3.2.7. Правила посылок	62
2.3.3. «Индуктивные умозаключения»	64
2.3.3.1. Методы и виды «индукции»	64
2.3.3.2. Происхождение, сущность и познавательное значение «индукции»	67
2.3.3.3. Структура «индуктивных умозаключений»	68
2.3.3.4. Единство «индукции» и «дедукции»	68
2.3.4. Умозаключения «по аналогии»	72
2.3.4.1. Виды аналогии	72
2.3.4.2. Значение аналогии в юриспруденции	80
2.4. «Гипотеза» как начальный этап теории	81
2.4.1. Понятие «гипотезы»	81
2.4.2. Виды гипотез	83
2.4.3. «Версии»	86
2.4.4. Построение «гипотезы»	87
2.4.5. Условия «состоятельной гипотезы»	91
2.4.6. Проверка гипотезы	92
2.4.7. Способы подтверждения и опровержения гипотез	94
2.4.8. Способы доказательства гипотез	96
2.4.9. Роль «гипотезы» в познании	99
<i>Вопросы и задачи для самоконтроля</i>	100
Глава 3. Основы и методы «псевдоформальной логики»	
3.1. «Модальная логика», ее роль и значение в развитии современной «псевдоформальной логики»	103
3.2. «Темпоральная логика» («логика времени»)	105
3.2.1. Задачи, законы и структура «логики времени»	105
3.2.2. Виды «логики времени» и их характеристика	105
3.3. «Логика причинности»	108
3.3.1. Модели причинно-следственных отношений	110
3.3.2. «Взаимодействие» как основа причинно-следственных связей	113
3.4. «Логика пространственных отношений»	117
3.4.1. Свойства «пространства», язык «пространственных отношений»	118
3.4.2. «Пространство» в естественном языке	119
3.4.3. «Пространство» и человек — составляющие «пространственной логики»	123
3.4.4. Составляющие «пространственной логики»	131
<i>Вопросы и задачи для самоконтроля</i>	134

Глава 4. Основы «символической логики»

4.1. Высказывания и логические операции над ними	136
4.2. Аксиомы и теоремы «символической логики»	144
4.3. Логические операции «нечеткой логики»	148
4.3.1. Определение «нечеткого множества»	149
4.3.2. Логические операции над «нечеткими множествами»	151
4.3.3. Нечеткий логический вывод	154
Вопросы и задачи для самоконтроля	155

Приложение 1. Задачи на логическое доказательство истинности высказываний	157
--	-----

Приложение 2. Задачи на геометрическую интерпретацию логических выражений для множеств	159
---	-----

Литература	162
-------------------------	-----

Перечень рисунков и таблиц

<i>Рис. 1.1.</i> Декомпозиция логики как науки о мышлении	13
<i>Рис. 1.2.</i> Концептуальная структура фрейма-прототипа «ГЦФ»	27
<i>Рис. 1.3.</i> Фреймы-образцы различных ГЦФ	28
<i>Рис. 1.4.</i> Концептуальная структура фрейма-прототипа «ЧМ»	29
<i>Рис. 1.5.</i> Фреймы-образцы численных методов оптимизации	30
<i>Рис. 2.1.</i> Схема «логического квадрата»	45
<i>Рис. 3.1.</i> Схема взаимодействия двух материальных объектов	114
<i>Рис. 3.2.</i> Структура пространственной логики	131
<i>Рис. 3.3.</i> Примеры топологии базовых структур взаимного расположения объектов в пространстве	132
<i>Рис. 3.4.</i> Графики зависимости информационной производительности базовых структур от числа элементов	134
<i>Рис. 4.1.</i> Аппроксимация функции принадлежности	151
<i>Рис. 4.2.</i> Иллюстрация операций пересечения и объединения нечетких множеств	153
<i>Рис. 4.3.</i> Графики функций принадлежности нечетких множеств A и B ...	153
<i>Рис. 4.4.</i> Графики функций принадлежности множеств $A \cap B$ и $A \cup B$...	154
<i>Рис. 4.5.</i> График функции принадлежности множества \bar{A}	154
<i>Рис. П. 1.</i>	159
<i>Рис. П. 2.</i> Порядок решения задачи	161
<i>Таблица 2.1.</i>	47
<i>Таблица 2.2.</i>	48
<i>Таблица 4.1.</i>	137
<i>Таблица 4.2.</i>	138
<i>Таблица 4.3.</i>	139
<i>Таблица 4.4.</i>	139
<i>Таблица 4.5.</i>	140
<i>Таблица 4.6.</i>	141

Таблица 4.7	142
Таблица 4.8	142
Таблица 4.9	144
Таблица 4.10	145
Таблица 4.11	145
Таблица 4.12	146
Таблица 4.13	152

Введение

Системный анализ — это один из трех базовых методов «системного подхода»¹, представляющий собой логически упорядоченную совокупность научных методов и практических приемов многоаспектного многоуровневого исследования сложноорганизованных объектов как систем путем их декомпозиции и последующего интегрирования (агрегирования), включающий две группы методов, разделенных по признаку формализуемости²:

- методы формализованного представления и анализа сложноорганизованных объектов (аналитические, *логические*, лингвистические и семиотические, теоретико-множественные, графические, статистические);
- методы качественного анализа объектов — методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта экспертов-специалистов (методы типа «дерева целей, задач и средств; методы типа «сценариев»; методы «мозговой атаки» или «коллективной генерации идей»; методы типа «Дельфи»; методы экспертных оценок; морфологические методы: морфологического «ящика», «букета проблем»; метод решающих матриц).

Логические методы относятся к первой группе методов и применяются при исследовании объектов разнообразной природы (социальной, экономической, технической, информационной, биологической и др.), в которых характер взаимодействия между элементами не абсолютно ясен, чтобы было возможно представить их аналитическими

¹ Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005.

² Ловцов Д. А. Системный анализ: Учебно-метод. комплекс. М.: РГУП, 2015.

методами, а статистические исследования, например, либо затруднены, либо не привели к выявлению устойчивых закономерностей. С помощью логических алгоритмов, составляющих основу данных методов, можно описывать, в частности, те отношения, которые предусмотрены законами алгебры логики и подчиняются требованиям логического базиса.

Эффективной современной формой практического применения логических методов «системного анализа» являются *логико-лингвистические модели* предметной области (*тезаурусы*)¹, разрабатываемые для использования в качестве базисных в современных функциональных экспертных информационных системах крупномасштабных эргатических систем различного уровня государственного управления.

Теоретической основой *логических методов* является «логика» — наука о законах, правилах и формах человеческого мышления².

Назначение и роль «логики» определяется, прежде всего, ее природой и местом, которое она занимает в жизни общества. «Логика» является одной из древних (после философии и математики) и важных наук в истории человечества, она выполняет многообразные и ответственные социальные функции: *познавательную, мировоззренческую, методологическую, идеологическую*, в которых проявляется сущность и специфика «логики» как науки.

«Логика», как и любая другая наука, занимая важное место в общей системе познания мира, имеет дело с открытием и исследованием объективных законов, но не законов внешнего мира, а *мышления*. В этом смысле она выполняет, прежде всего, общенаучную — *познавательную* функцию.

Логика — особая наука по сравнению с естественными и общественными науками. Так, в естественных и общественных науках *мышление* есть средство познания действительности, а в науке «логике» *мышление* является объектом познания. «Логика» активно участвует

¹ Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005.

² См. подробнее: Гегель Г. Наука логики. СПб.: Наука, 2005; Гетманова А. Д. Логика: Учебник. М.: Высш. шк., 2002; Ивлев Ю. В. Логика для юристов. М.: МГУ, 2016; Кант И. Логика // Трактаты и письма. М.: Мысль, 1980. С. 331–334; Королев В. Т., Ловцов Д. А., Радионов В. В. Формальная и псевдоформальная логика: Учебно-метод. комплекс. М.: РГУП, 2015; Краткий словарь по логике / Под ред. Д. П. Горского. М.: Просвещение, 1993; Михалкин Н. В. Логика и аргументация для юристов: Учебник и практикум. М.: Юрайт, 2016; Пуанкаре А., Кутюра Л. Математика и логика. М.: ЛКИ, 2010; Хоменко И. В. Логика. Теория и практика аргументации: Учебник и практикум. М.: Юрайт, 2016.

в формировании мировоззрения людей, т. е. совокупности их взглядов на мир в целом и на отношение человека к этому миру. В этом смысле «логика» выполняет *мировоззренческую* функцию.

«Логическая теория», как и любая теория вообще, обеспечивает все без исключения науки определенным методом познания. Это относится как к *формальной* логике, а так и к *диалектической* логике (это практически две различные науки с одним объектом исследования), в основе которой лежит «диалектический метод», используемый многими науками. В этом смысле можно говорить о *методологической функции* логики.

«Логику» на различных этапах своего развития использовали как орудие борьбы одной идеологии с другой: материализма и идеализма, диалектики и метафизики и др. Отсюда и ее *идеологическая функция*.

В современных условиях роль и значение «логики» и «логических методов» анализа сложных объектов (проблем, ситуаций, процессов) особенно возрастают, знание «логических методов» в той или иной мере необходимо практически всем нормальным людям, но есть профессии и специальности, где это знание особенно необходимо. Логические знания важны для работников системы народного образования. Ведь эти люди участвуют в осуществлении очень важной социальной функции — передачи знаний, накопленных человечеством, от одного поколения к другому. Их деятельность также в значительной степени связана с формированием мышления молодого и подрастающего поколений. И здесь важно уметь сформировать логическую культуру обучаемых.

Знание науки «логики» необходимо и работникам средств массовой информации. Для них важно, чтобы любая информация была достоверной¹, чтобы в ней не было логических ошибок, чтобы высказываемые мысли были логически непротиворечивы, обоснованы и увязаны между собой. Знание логических основ необходимо и для медицинских работников, т. к. в анализе признаков болезни и диагнозе, а значит, в определении методов лечения особенно опасны логические просчеты.

Особое значение логические знания имеют в деятельности юристов, менеджеров и экономистов. Так, в их профессиональной практике широко используется весь богатейший арсенал логических средств: *определение* (юридических и экономических понятий),

¹Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере. М.: РГУП, 2016.

деление (например, классификация экономических правонарушений, налогов и сборов), *подведение под понятие* (например, квалификация конкретного деяния), *версия* как вид гипотезы (например, как следственная версия), *умозаключение* (например, в обвинительном заключении) и др. В работе юриста и экономиста требование точности мышления, обоснованности выводов особенно актуально. Например, решение арбитражного учреждения должно основываться на тщательно проверенном фактическом материале. Для правильного арбитражного решения при разбирательстве дела важное значение имеет также убедительная, логически стройная речь обвинителя, эксперта или защитника.

Экономисты, менеджеры и юристы в своей практической деятельности широко используют такие приемы «логического мышления», как: *анализ, синтез, дедукция и индукция, аналогия, обобщение* и др. Это позволило, в частности, ученым-юристам разработать и «логику следствия», и «логические основы криминалистической тактики», и многие другие прикладные дисциплины. Знание «логики» необходимо, чтобы специалист в своей профессиональной деятельности умел эффективно использовать весь богатейший арсенал «логических средств» для выявления противоречий в своих рассуждениях и умения вскрывать логические ошибки.

Обязательный минимум содержания раздела «Логические методы» дисциплины «Системный анализ»: предмет «логики» как науки и этапы ее развития; формы «познания» и формы «абстрактного мышления» («понятие», «суждение», «умозаключение»); основные формально-логические законы («тождества», «непротиворечия», «исключения третьего», «достаточного основания»); дедуктивное и индуктивное умозаключения и их классификация; основы и методы современной логики: «логики времени», «пространственных и причинно-следственных отношений»; «высказывание» и его виды, исчисление высказываний методами «символической логики»; методы «нечеткой логики».

Пособие предназначено для студентов экономического факультета для подготовки бакалавров по направлениям 38.03.01 — «Экономика», 38.03.02 — «Менеджмент», 38.03.04 — «Государственное и муниципальное управление», а также может быть полезным для студентов и магистрантов юридических и экономических факультетов, аспирантов и преподавателей РГУП в части, касающейся их профессиональной деятельности, т. к. содержит наряду с примерами применения эффективных логических методов в различных сферах примеры

реализации логических средств в юридической и экономической практике.

Авторы выражают искреннюю благодарность д-ру технич. наук, профессору В. А. Дементьеву (Институт точной механики и вычислительной техники имени С. А. Лебедева РАН) и д-ру экон. наук, профессору В. А. Чевычелову (РГУП) за доброжелательное рецензирование и конструктивные рекомендации при подготовке пособия к изданию.

ГЛАВА 1.

Теоретические основы логических методов

Теоретической базой логических методов «системного анализа» является наука «логика». *Логика* (от греч. *λογος* — слово, понятие, рассуждение, разум) — синтетическая естественно-философская наука о человеческом мышлении. Ее предметом являются формы (научный факт, проблема, гипотеза, закон, категория, теория и др.) и методы (анализ, синтез, моделирование, дедукция и индукция, аналогия и др.) научного познания; формы (понятие, суждение, умозаключение, доказательство) абстрактного мышления и формально-логические законы (тождества, непротиворечия, исключения третьего, достаточного основания), приемы и операции (обобщение, сравнение, абстрагирование, конкретизация и др.) мышления, с помощью которых человек познает окружающий его мир.

Для изучения теоретических основ логических методов «системного анализа» представляется целесообразным рассмотреть объект, предмет, метод, этапы развития науки «логики», формы «познания» как процесса отражения объективного мира и его связь с человеческим мышлением, «законы логического мышления», а также основные «средства логико-лингвистического моделирования».

1.1. Историко-философские аспекты развития науки «логики»

«Логика» как средство познания возникла и сначала развивалась как базовая философская наука, включающая развитие специального формально-математического аппарата, и в настоящее время представляет

собой сложную систему¹ знаний, включающую две относительно самостоятельные тесно взаимосвязанные междисциплинарные науки: логику формальную и логику диалектическую (рис. 1.1).

Рис. 1.1. Декомпозиция логики как науки о мышлении



Основная задача науки «логики» состоит в том, чтобы научить человека сознательно применять законы и формы мышления и на основе этого логично мыслить и, следовательно, правильно познавать окружающий мир. Эти качества мышления имеют большое значение в любой области научной и практической деятельности, в том числе и в работе юриста, менеджера и экономиста, требующей точности мышления, обоснованности выводов.

¹ Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005.

1.1.1. Этапы становления и развития науки «логики»

Как самостоятельная наука «логика» сложилась более двух тысяч лет назад, в IV в. до н. э. Ее основателем является древнегреческий философ Аристотель (348–322 гг. до н. э.). Аристотелевское «учение о силлогизме» (от др. греч. συλλογισμ — умозаключающий) и его формах (модусах) составило основу одного из направлений современной «символической (математической) логики» — логики *предикатов*. Важным этапом в развитии учения Аристотеля явилась логика античных стоиков. «Логика стоиков» — основа другого направления «символической логики» — логики *высказываний*. Логiku Аристотеля принято называть *формальной*, т. к. она возникла и развивалась как наука о формах мышления. Ее называют также *традиционной, дедуктивной* или *аристотелевской* логикой.

«Логика» развивалась и в Средние века, однако *схоластика* исказила учение Аристотеля, приспособив его для обоснования религиозной догматики. Важнейшим этапом в ее развитии явилась «теория индукции», разработанная английским философом Ф. Бэконом (1561–1626). Его огромная заслуга — разработка «метода научной индукции». Однако Бэкон неправомерно противопоставил его «методу дедукции», который не исключают, а дополняют «метод индукции». Разработанные Бэконом методы «научной индукции» впоследствии были развиты английским философом и логиком Дж. С. Миллем (1806–1873).

Дальнейшее развитие логики связано с именами таких выдающихся западноевропейских ученых и мыслителей, как: Декарт, Лейбниц, Кант, Гегель и др. Р. Декарт (1569–1650) — французский философ, математик, филолог; создатель аналитической геометрии и современной алгебраической символики. Он критиковал средневековую схоластику, развил идеи «дедуктивной логики»: в сочинении «Правила для руководства ума» сформулировал правила научного исследования¹. Г. Лейбниц (1646–1716) — немецкий философ, логик, математик, юрист и др. — сформулировал логический закон *достаточного основания*, выдвинул идею «математической логики», которая получила развитие лишь в XIX–XX вв. Его можно считать основателем современной *символической* (математической) логики. И. Кант (1724–1804) — немецкий философ, основатель немецкой классической философии — исследовал вопросы гносеологии (процесса познания), общефилософские проблемы бытия, человека, нравственности, государства и права, эстетики.

¹ Декарт Р. Правила для руководства ума // Собр. соч. В 2-х т. М.: Мысль, 1989. Т. 1. С. 77–153.

Ряд оригинальных идей в области «логики» выдвинули М. В. Ломоносов (1711–1765), А. Н. Радищев (1749–1802), Н. Г. Чернышевский (1828–1889). Русские ученые-логики М. И. Карийский (1804–1917) и Л. В. Рутковский (1859–1920) известны своими новыми идеями в «теории умозаключений». Одним из первых начал развивать «логику отношений» философ и логик С. И. Поварнин (1907–1952).

Аристотель совместно с Платоном и др. развивали также *диалектическую* логику, которую систематизировал в XIX в. немецкий философ Г. Гегель (1770–1799) как философскую науку о законах и формах (категориях) научно-теоретического мышления, познания абстрактного объекта, формального постижения объективной истины¹.

Во второй половине XIX в. в трудах Дж. Буля, Ч. Пирса, П. Порецкого начинают широко применяться разработанные в математике методы исчисления. Теоретический анализ дедуктивных рассуждений методами исчисления с использованием формализованных языков получил название «символической (математической) логики».

В конце 60-х гг. XX в. в работах известного американского логика Л. Заде (1921) были заложены основы теории «нечеткой логики»² как обобщение «классической формальной логики» и «теории нечетких множеств». Им впервые была осуществлена попытка построения *моделей* приближенных размышлений человека, способного принимать практически правильные решения в условиях неполной и нечеткой информации, для использования их в разных сферах науки, техники и производства.

1.1.2. Познание как процесс отражения объективного мира

Познание — процесс деятельности человека, основным содержанием которого является отражение объективной реальности в его сознании, а результатом — получение нового знания об окружающем мире. В процессе познания выделяют две стороны: *субъект* познания и *объект* познания.

Под «субъектом познания» обычно подразумевают познающего человека, наделенного волей и сознанием (в узком смысле), или все общество в целом (в широком смысле). Соответственно, «объектом познания» является либо познаваемый предмет, либо весь окружающий мир, с которым взаимодействуют отдельные люди и общество в целом.

¹ Гегель Г. Наука логики. СПб.: Наука, 2005.

² Королев В. Т., Ловцов Д. А., Радионов В. В. Формальная и псевдоформальная логика: Учебно-метод. комплекс. М.: РГУП, 2015.

Существуют две ступени познавательной деятельности, тесно связанные между собой: чувственное и рациональное познание.

На первой ступени, которая называется *чувственным* (или *сенситивным*) познанием (от нем. *sensitiv* — воспринимаемый чувствами), человек получает информацию о предметах и явлениях окружающего мира с помощью органов чувств.

Тремя основными «формами чувственного познания» являются: ощущение, восприятие и представление.

Ощущение есть первая форма чувственной ступени познания, представляющая собой процесс отражения отдельных свойств и качеств предметов окружающего мира, которые непосредственно воздействуют на органы чувств. Ощущения отражают отдельные свойства вещей и предметов через органы чувств человека — *зрение, слух, осязание, обоняние, вкус*. Чувственное познание развивается диалектически: от простого к более сложному и не заканчивается на стадии ощущений. На основании ощущений возникают восприятия.

Восприятие является необходимым этапом познавательной деятельности человека. Оно представляет собой процесс, в результате которого у субъекта познания (человека) формируется целостный образ, отражающий непосредственно воздействующие на наши органы чувств предметы и их свойства. *Например*, зрительные восприятия разрядов молнии в небе, слуховые восприятия раскатов грома за окном, запах сирени в саду, вкус клубники в огороде и др.

Представление является такой формой познания, при которой чувственный образ предметов и явлений сохраняется в сознании человека даже тогда, когда эти предметы и явления отсутствуют и не воздействуют на органы чувств человека. Представления могут быть не только образами предметов и явлений, существующих реально, но и нередко не существующих в действительности. *Например*, крылатый конь Пегас, мифологический Кентавр, фантастические ведьма, черт, ангел и др. Такие представления образуются на основе восприятия реальных предметов, являются их комбинацией. Представление не имеет непосредственной связи с отражаемым предметом и является продуктом памяти, оно может создаваться также на основе изучения изображений, чертежей и др.

Огромная роль *чувственного* познания в обеспечении всего процесса познания состоит в том, что:

- органы чувств являются единственным каналом, который непосредственно связывает человека с внешним миром;
- без органов чувств человек не способен ни к познанию, ни к мышлению вообще;

- потеря даже части органов чувств затрудняет, осложняет процесс познания, но не исключает его;
- органы чувств дают тот минимум первичной информации, который оказывается необходимым и достаточным для познания объектов материального и духовного мира.

Однако чувственное познание имеет и существенные недостатки, важнейшим из которых является физиологическая ограниченность органов чувств человека, которая не позволяет многие предметы и явления непосредственно отражать в органах чувств. Чувственная картина мира необходима, но она недостаточна для глубокого, всестороннего познания мира.

1.1.3. Мышление и его роль в познании

Чувственное познание, дающее нам знание об отдельных предметах, их внешних свойствах, не может дать нам знания о таких природных явлениях, как, например, смена дня и ночи или времен года, моментов наступления солнечного затмения, о социальных явлениях (причинах роста экономических правонарушений, мотивах совершенного преступления и др.). Однако, познавая окружающий мир, человек стремится установить причины явлений, проникнуть в сущность вещей, раскрыть законы природы и общества. А это невозможно без *мышления*, отражающего действительность в определенных *логических формах*.

К основным *особенностям мышления* относятся следующие:

1. *Мышление отражает действительность в обобщенных образах.*

В отличие от чувственного познания мышление, абстрагируясь от единичного, выделяет в предметах и явлениях общее, повторяющееся, существенное. Так, выделяя общие для всех людей свойства — способность мыслить, трудиться, обмениваться мыслями при помощи языка, мышление обобщает эти свойства и создает *абстрактный образ* человека. Подобным же образом создаются такие понятия, как юридическое лицо, правовое государство, интеллектуальная собственность, налоговая декларация и др. Благодаря обобщению абстрактное мышление глубже проникает в действительность, открывает присущие ей законы.

2. *Мышление — процесс опосредствованного отражения действительности.*

Мышление позволяет получать новые знания не непосредственно, а на основе уже имеющихся знаний. Например, не наблюдая самого факта правонарушения, можно на основании прямых и косвенных улик установить правонарушителя.

Знание, полученное из уже имеющихся знаний, называется *выводным* знанием, а сам процесс его получения — *выведением*. Получение новых знаний посредством выведения находит широкое применение в познавательной деятельности человека.

3. *Мышление неразрывно связано с языком.*

Какая бы мысль ни возникла в голове человека, она может возникнуть и существовать лишь на базе языкового материала, в словах и предложениях. При помощи языка люди выражают и закрепляют результаты своей мыслительной работы, обмениваясь мыслями, добиваются взаимного понимания.

4. *Мышление — процесс активного отражения действительности.*

Активность характеризует весь процесс познания в целом, но прежде всего мышление. Применяя обобщение, абстрагирование и другие мыслительные приемы, человек преобразует знания о предметах действительности, выражая их не только средствами естественного языка, но и в символах языка *формализованного*, играющего важную роль в современной науке.

Благодаря этим особенностям мышление является высшей по сравнению с чувственным познанием формой отражения действительности. Вместе с тем в реальном познавательном процессе *чувственное* познание и *мышление* — две стороны единого процесса познания. Как бы не было велико значение мышления, оно основывается на данных, полученных с помощью органов чувств. С помощью мышления человек познает такие недоступные чувственному познанию явления, как движение элементарных частиц, законы природы и общества, однако, в конечном счете, источником всех наших знаний о действительности являются *ощущения, восприятия, представления*.

Основными *формами* мышления являются: *понятие, суждение и умозаключение*. Каждая из этих форм будет подробно рассмотрена в главе 2. Здесь остановимся на них кратко, чтобы раскрыть сущность *логической* формы.

Отдельные предметы и явления или их совокупности отражаются мышлением человека в *понятиях*. Например, такие понятия, как «юридический закон» и «экономическое преступление», отражают различные предметы мысли. Юридический закон — это нормативный правовой акт, обладающий юридической силой. Экономическое преступление в Уголовном кодексе определяется как открытое хищение чужого имущества. Но эти различные явления мыслятся одним и тем же способом — как определенная совокупность их общих, существенных свойств или признаков.

Выделяя характерные признаки одного предмета или общие, повторяющиеся признаки группы предметов, мы образуем *понятие предмета* A как некоторую совокупность его *существенных* признаков a , b , c и др., которые определенным образом связаны друг с другом. Таким образом, различные предметы отражаются в мышлении человека одинаково — как определенная связь их существенных признаков, т. е. в форме *понятия*.

В форме *суждений* отражаются связи между предметами и их свойствами. Эти связи утверждаются или отрицаются. Например, в суждении «Обвиняемый имеет право на защиту» утверждается связь между обвиняемым и правом на защиту. В суждении «Это преступление не является умышленным» связь между совершенным преступлением и умыслом отрицается.

Если обозначить понятия, входящие в суждение, принятыми в логике символами S (*субъект*) и P (*предикат*), получим схему, общую для любого суждения данного вида:

$$S — P,$$

где S , P — понятия, входящие в суждение; знак «—» — обозначение связи между ними.

Под S и P можно мыслить любые предметы и их свойства, под знаком «—» — любую связь (утвердительную или отрицательную).

Таким образом, суждение представляет собой способ связи понятий, выраженный в форме *утверждения* или *отрицания*.

Рассматривая *умозаключение*, при помощи которого из одного или нескольких суждений (посылок) выводится новое суждение (*заключение*), можно установить, что в умозаключениях одного вида вывод получается одним и тем же способом. Например, из суждений: «Свидетель не должен давать ложных показаний» и «Федоров — свидетель» — с необходимостью вытекает новое суждение: «Федоров не должен давать ложных показаний». Вывод получается потому, что суждения, из которых выводится заключение, связаны общим для них понятием «свидетель».

Подобным же образом, т. е. благодаря связи суждений, можно получить вывод из суждений, имеющих любое содержание. Общим, что имеется в различных по содержанию умозаключениях, является способ связи суждений.

Так, общим, не зависящим от конкретного содержания мыслей, для всех основных форм мышления является *способ связи* элементов мысли — *признаков* в понятии, *понятий* в суждении и *суждений*

в умозаключении. Обусловленное этими связями содержание мыслей существует в определенных логических формах: *понятиях, суждениях и умозаключениях*.

1.2. Основные законы «логического мышления»

Мышление человека подчинено *логическим законам* или *законам мышления*. Для уяснения этого вопроса необходимо различать *истинность мысли* и *логическую правильность рассуждения*. Мысль является *истинной*, если она соответствует действительности, в противном случае она является *ложной*.

Истинность мыслей по содержанию — необходимое условие достижения верных результатов в процессе рассуждения. Другим необходимым условием является *логическая правильность рассуждения*. Если это условие не соблюдается, то ложный результат может быть получен из истинных мыслей. Так, из истинных суждений: «Произведения Л. Н. Толстого нельзя прочитать за одну неделю» и «Рассказ «После бала» — произведение Л. Н. Толстого», казалось бы, следует, что рассказ «После бала» нельзя прочитать за одну неделю. Но такое заключение ложно, рассказ «После бала», занимающий 10 страниц печатного текста, можно прочитать за полчаса.

Ложный вывод получен потому, что рассуждение построено логически неправильно, т. к. в *первом* случае понятие «Произведения Л. Н. Толстого» употребляется в собирательном смысле, во *втором* — понятие «Рассказ «После бала» в разделительном смысле. Потому понятие, которое должно связать два суждения, на самом деле отсутствует.

«**Закон мышления**» (**логический закон**) — это необходимая, существенная связь мыслей в процессе рассуждения. «Законы мышления» не устанавливаются людьми, они формируются независимо от воли и желания человека, в отличие от юридических законов (нормативных правовых актов), устанавливаемых государством. Объективной основой любого логического закона являются его относительная *устойчивость*, качественная *определенность*, *взаимообусловленность* предметов действительности.

Существует множество различных законов науки «логики», среди которых можно выделить *основные* («закон тождества», «закон непротиворечия», «закон исключенного третьего», «закон достаточного основания») и *вспомогательные* («двойного отрицания», «контрапозиции», «закон де Моргана» и др.), которые действуют в мышлении, обуславливая правильную связь мыслей в процессе рассуждения.

Целесообразным представляется рассмотреть основные законы, которые действуют в любом рассуждении, в какой бы логической форме оно ни представлялось и какую бы логическую операцию ни выполняло.

1.2.1. Закон тождества

«Закон тождества» следует рассматривать как выражение определенности мысли.

Закон тождества гласит: «любая мысль в процессе рассуждения должна иметь определенное, устойчивое содержание».

Любая мысль в процессе рассуждения должна быть тождественна самой себе (a есть a , или $a = a$, где под a понимается любая мысль).

«Закон тождества» может быть выражен формулой:

$$p \rightarrow p \text{ (если } p, \text{ то } p),$$

где p — любое высказывание, \rightarrow — знак импликации.

Из «закона тождества» следует, что нельзя отождествлять различные мысли, нельзя тождественные мысли принимать за нетождественные. Нарушение этого требования в процессе рассуждения нередко бывает связано с различным выражением одной и той же мысли в языке.

Например, два суждения: « N совершил кражу» и « N тайно похитил чужое имущество» — выражают одну и ту же мысль (если, разумеется, речь идет об одном и том же лице). Предикаты этих суждений — равнозначные понятия: кража и есть тайное хищение чужого имущества. Поэтому было бы ошибочным рассматривать эти мысли как нетождественные.

Отождествление различных мыслей нередко связано с различиями в профессии, образовании и др. Так бывает в следственной практике, когда обвиняемый или свидетель, не зная точного смысла некоторых понятий, понимает их иначе, чем следователь. Это нередко приводит к путанице, неясности, правовой неопределенности, затрудняет выяснение существа дела.

Отождествление различных понятий представляет собой логическую ошибку — *подмену понятия*, которая может быть как неосознанной, так и преднамеренной. Соблюдение требований закона тождества имеет важное значение в работе юриста, требующей употребления понятий в их точном значении. При разбирательстве любого дела важно выяснить точный смысл понятий, которыми пользуются обвиняемый или свидетели, и употреблять эти понятия в строго определенном смысле. В противном случае предмет мысли будет упущен и вместо выяснения дела произойдет его запутывание.

1.2.2. Закон непротиворечия

Логическое мышление характеризуется непротиворечивостью. Противоречия затрудняют процесс познания. Требование непротиворечивости мышления выражает формально-логический **«закон непротиворечия»**, который гласит: «два несовместимых друг с другом суждения не могут быть одновременно истинными; по крайней мере, одно из них необходимо ложно».

Этот закон формулируется следующим образом: *неверно, что a и не- a* (не могут быть истинными две мысли, одна из которых отрицает другую).

Он выражается формулой:

$$\neg(p \wedge \neg p) \text{ (неверно, что } p \text{ и не } p \text{ одновременно истинны),}$$

где p — любое высказывание; $\neg p$ — отрицание высказывания p ; знак \neg перед всей формулой — отрицание двух высказываний; \wedge — знак конъюнкции.

Закон непротиворечия действует в отношении всех несовместимых суждений. Утверждая что-либо о каком-либо предмете, нельзя, не противореча себе, отрицать то же самое о том же самом предмете, взятом в то же самое время и в том же самом отношении. Понятно, что не будет противоречия между суждениями, если в одном из них утверждается принадлежность предмету одного признака, а в другом — отрицается принадлежность этому же предмету другого признака и если речь идет о разных предметах.

Согласно традиции этот закон принято называть **«законом противоречия»**. Однако название «закон непротиворечия» точнее выражает его действительный смысл.

Противоречия не будет и в том случае, если мы что-либо утверждаем и то же самое отрицаем относительно одного лица, но рассматриваемого в разное время. Например, обвиняемый N в начале следствия дал ложные показания, однако в конце следствия он был вынужден под тяжестью изобличающих его улик признаться и дать истинные показания. В этом случае суждения: «Показания обвиняемого N являются ложными» и «Показания обвиняемого N являются истинными» — не противоречат друг другу.

Наконец, один и тот же предмет нашей мысли может рассматриваться в разных отношениях. Так, об абитуриенте Иванове можно сказать, что он хорошо знает английский язык, т. к. его знания удовлетворяют требованиям, предъявленным к поступающим в институт. Однако этих знаний

недостаточно для работы в качестве переводчика. В этом случае мы вправе сказать: «Иванов плохо знает английский язык». В двух суждениях знание Ивановым английского языка рассматривается с точки зрения разных требований, следовательно, эти суждения также не противоречат друг другу.

Закон непротиворечия выражает одно из коренных свойств логического мышления — *непротиворечивость, последовательность мышления*. Умение вскрывать и устранять логические противоречия, нередко встречающиеся в показаниях свидетелей, обвиняемого, потерпевшего, играет важную роль в судебной и следственной практике.

В процессе судебного разбирательства обвинитель и защитник, истец и ответчик выдвигают противоречащие друг другу аргументы, отстаивая свои доводы и оспаривая доводы противной стороны. Потому необходимо тщательно проанализировать все обстоятельства по делу, чтобы окончательное решение суда основывалось на достоверных и непротиворечивых фактах.

Недопустимы противоречия и в судебных актах. К числу обстоятельств, по которым приговор признается несоответствующим фактическим обстоятельствам дела, уголовно-процессуальное право относит существенные противоречия, содержащиеся в выводах суда, изложенных в приговоре.

1.2.3. Закон исключенного третьего

Закон исключенного третьего формулируется следующим образом: «два противоречащих суждения не могут быть одновременно ложными, одно из них необходимо истинно» (истинно либо утверждение некоторого факта, либо его отрицание: *a* есть либо *b*, либо не *b*).

«Противоречащими» (контрадикторными) называются суждения, в одном из которых что-либо утверждается (или отрицается) о каждом предмете некоторого множества, а в другом — отрицается (утверждается) о некоторой части этого множества. Эти суждения не могут быть одновременно ни истинными, ни ложными: если одно из них истинно, то другое ложно, и наоборот.

Например, если суждение «Каждому гражданину РФ гарантируется право на получение квалифицированной юридической помощи» истинно, то суждение «Некоторым гражданам РФ не гарантируется право на получение квалифицированной юридической помощи» ложно. Противоречащими являются также два суждения об одном предмете, в одном из которых что-либо утверждается, а в другом то же самое отрицается. Этот закон можно записать с помощью дизъюнкции:

$$p \vee \neg p,$$

где p — любое высказывание, $\neg p$ — отрицание высказывания p ; \vee — знак дизъюнкции.

Закон исключенного третьего не допускает противоречий в мыслях, он устанавливает, что два противоречащих суждения не могут быть не только одновременно истинными, но также и одновременно ложными: «если ложно одно из них, то другое необходимо истинно, третьего не дано».

Конечно, закон исключенного третьего не может указать, какое именно из данных суждений истинно, но он указывает направление в отыскании истины: возможно только два решения вопроса, при этом одно из них (и только одно) необходимо истинно.

Важное значение имеет этот закон в юридической практике, где требуется категорическое решение вопроса. Юрист должен решать дело по принципу «или — или». Данный факт либо установлен, либо не установлен. Обвиняемый либо виновен, либо не виновен.

1.2.4. Закон достаточного основания

Наши мысли о каком-либо факте, явлении, событии могут быть истинными или ложными. Высказывая истинную мысль, мы должны обосновать ее истинность, т. е. доказать ее соответствие действительности. Так, выдвигая обвинение против подсудимого, прокурор должен привести необходимые доказательства, обосновать истинность своего утверждения. В противном случае обвинение будет необоснованным.

Требование доказанности, обоснованности мысли выражает **закон достаточного основания**: «всякая мысль признается истинной, если она имеет достаточное основание. Если есть b , то есть и его основание a ».

Достаточным основанием мыслей может быть *личный опыт человека*. Истинность некоторых суждений подтверждается путем их непосредственного сопоставления с фактами действительности. Так, для свидетеля преступления обоснованием истинности его суждения « N совершил преступление» будет сам факт преступления, очевидцем которого он был. Но личный опыт ограничен. Потому человеку в своей деятельности приходится опираться на опыт других людей, например, на показания очевидцев того или иного события. К таким основаниям прибегают обычно в следственной и судебной практике при расследовании преступлений.

Человек в качестве основания своих мыслей все шире использует опыт всего человечества, закрепленный в законах и аксиомах науки,

в принципах и положениях, существующих в любой области человеческой деятельности, т. к. истинность законов и аксиом подтверждена практикой человечества и не нуждается в новом подтверждении.

Если из истинности суждения «*a*» следует истинность «*b*», то «*a*» будет основанием для «*b*», а «*b*» — следствием этого основания. Обоснованность — атрибутивное свойство логического мышления.

Значение «закона достаточного основания» в юридической практике состоит, в частности, в том, что всякий вывод суда или следствия должен быть обоснован. В противном случае обвинение не может быть признано правильным. Вынесение мотивированного *приговора* или *решения* суда во всех без исключения случаях является важнейшим принципом процессуального права.

1.3. Информационные средства логико-лингвистического моделирования

Логико-лингвистическое моделирование в настоящее время применяется для формализованного описания диалогового человеко-машинного процесса оперативной формально-логической (математической) формулировки сложных профессиональных задач с целью их последующего автоматизированного (на ЭВМ) решения.

Как правило, разработка «логико-лингвистической модели» (ЛЛМ) диалоговых процедур переработки качественной информации (представленной в лингвистической форме) о возникающих в реальной обстановке ситуациях и подготовки ситуационных исходных данных (выбор главной целевой функции — ГЦФ, выбор численного метода оптимизации — ЧМ и др.) осуществляется с использованием *фреймовых описаний*.

Фрейм (от англ. *frame* — структура) — модульная информационная структура данных со всей минимально необходимой совокупностью включённых в нее процедур для распознавания стереотипных ситуаций, используемая для организации базы данных и знаний (БДЗ) эргасистемы, содержащая ядро и набор секций — *слотов* (от англ. *slot* — щель), каждая из которых соответствует одному из аспектов понятия, неявно определенного фреймом¹. Фрейм обеспечивает рекурсивное вложение по типу «матрешек», что позволяет легко описывать отношения, связанные с иерархиями знаний. Фрейм может представлять собой локальную многоуровневую семантическую сеть (граф, дерево, список и др.) и является синтаксически-семантической единицей

¹ Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005.

(блоком) информации. Слоты могут заполняться человеком-оператором в процессе активизации концептуального *фрейма-прототипа* в соответствии с предписаниями, которыми они сопровождаются (включая «задание-отсутствие» — «ЗО» — ответ человека-оператора в случае недостатка информации для однозначного заполнения задания), с последующим сравнением полученной в ходе человеко-машинного диалога ситуационной логико-лингвистической конструкции с хранимыми в БДЗ *фреймами-образцами*.

Формализация любого процесса с использованием фреймовых описаний распадается на *два основных этапа*¹: выделение того минимально необходимого, без чего не может быть организован процесс и представление обобщенной информации о процессе в виде сети (графа). Формализованное представление процесса с использованием фреймовых описаний составляет его фреймовую ЛЛМ, включающую структурированную совокупность необходимых функциональных фреймов и, в частности:

- многоуровневый структурный фрейм-прототип «ГЦФ» (рис. 1.2) в виде графа, фиксирующего общее продукционное *логическое правило* «И/ИЛИ/И, ИЛИ/И», с присоединенной диалоговой процедурой логического выбора рациональной ГЦФ (свертки локальных целевых функций — ЛЦФ);
- комплекс терминальных фреймов-образцов конкретных ГЦФ (рис. 1.3);
- структурный фрейм-прототип «ЧМ» в виде графа, фиксирующего продукционное *логическое правило* «И/ИЛИ», с присоединенной диалоговой процедурой логического выбора рационального метода (рис. 1.4);
- комплекс терминальных фреймов-образцов численных методов оптимизации (рис. 1.5).

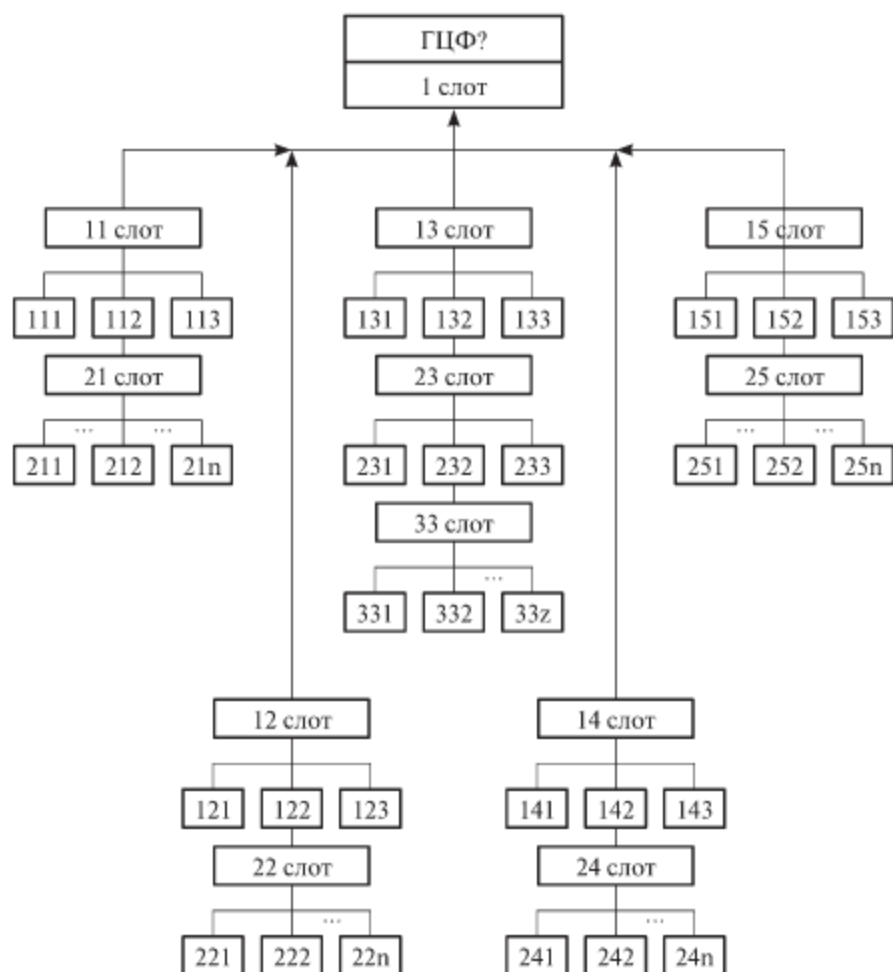
Фрейм-прототип «ГЦФ» имеет следующую логико-лингвистическую структуру и соответствующую присоединенную процедуру логического выбора (см. рис. 1.2):

$$\{[(n) \vee (i < n) \wedge (i \in [1, \dots, n])) \vee 0] \wedge [v \vee (v \wedge v_x) \vee 0] \wedge [\lambda \vee (\lambda \wedge \lambda_x) \vee 0] \wedge [r \vee (r \wedge N(N \wedge (j \in [1, \dots, z]))) \vee 0] \wedge [s \vee (s \wedge [(i \in [1, \dots, n]) \wedge (x \in [1, \dots, n])]) \vee 0], i, x = 1, \dots, n; i \neq x; j = 1, \dots, z\};$$

$\langle 11 \text{ слот (сколько ЛЦФ учитывается?)} \rangle = \langle 111 (n) \rangle \vee \langle 112 (i < n) \rangle \vee \langle 21 \text{ слот (какие номера?)} \rangle = \langle 211 (\text{первый}) \rangle \wedge \dots \wedge \langle 21i (i\text{-й}) \rangle \wedge \dots \wedge \langle 21n (n\text{-й}) \rangle \rangle \vee \langle 113 (\text{ЗО}) \rangle;$

¹ Там же.

Рис. 1.2. Концептуальная структура фрейма-прототипа «ГЦФ»



$\langle 12 \text{ слот } (v_x \text{ назначены?}) \rangle = \langle 121 \text{ (нет)} \rangle \vee \langle 122 \text{ (да [} \langle 22 \text{ слот (какие значения?)} \rangle = \langle 221 (v_1) \rangle \wedge \dots \wedge \langle 22x (v_x) \rangle \wedge \dots \wedge \langle 22n (u_n) \rangle] \rangle \wedge \langle 123 \text{ (3O)} \rangle$;

$\langle 13 \text{ слот (ЛЦФ однородны?)} \rangle = \langle 131 \text{ (да)} \rangle \vee \langle 132 \text{ (нет [} \langle 23 \text{ слот (требуется нормализация?)} \rangle = \langle 231 \text{ (нет)} \rangle \vee \langle 232 \text{ (да [} \langle 33 \text{ слот (способ нормализации?)} \rangle = \langle 331 \text{ (первый)} \rangle \vee \langle 332 \text{ (второй)} \rangle \vee \dots \vee \langle 33z \text{ (z-й)} \rangle] \rangle \vee \langle 233 \text{ (3O)} \rangle] \rangle \vee \langle 133 \text{ (3O)} \rangle$;

$\langle 14 \text{ слот } (\lambda_x \text{ назначены?}) \rangle = \langle 141 \text{ (нет)} \rangle \vee \langle 142 \text{ (да [} \langle 24 \text{ слот (какие значения?)} \rangle = \langle 241 (\lambda_1) \rangle \wedge \dots \wedge \langle 24x (\lambda_x) \rangle \wedge \dots \wedge \langle 24n (\lambda_n) \rangle] \rangle \vee \langle 143 \text{ (3O)} \rangle$;

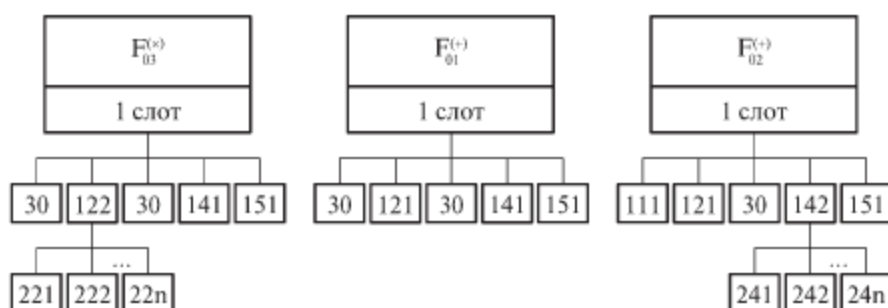
$\langle 15 \text{ слот (ЛЦФ независимы?)} \rangle = \langle 151 \text{ (да)} \rangle \vee \langle 152 \text{ (нет [} \langle 25 \text{ слот (какие ЛЦФ зависят от каждой?)} \rangle = \langle 251 (i, n, \dots) \rangle \wedge \dots \langle 25i (1, n, \dots) \rangle \wedge \dots \langle 25n (1, i, \dots) \rangle \rangle \rangle \vee \langle 153(30) \rangle,$

где в круглых скобках приведены вопросы-ответы; 30 — «задание-отсутствие»; цифрами обозначены номера: первая цифра — номер уровня иерархии фрейма, вторая — номер слота, третья — номер задания (ответа); \vee (\wedge) — логические операции «ИЛИ» («И»).

В результате выполнения присоединенной диалоговой человеко-машинной процедуры логического выбора и активизации концептуальной структуры фрейма-прототипа «ГЦФ» (см. рис. 1.2) с учетом особенностей решаемой расчетной профессиональной задачи будет получена соответствующая *терминальная структура* (фрейм) конкретной ГЦФ, узлы которой заполнены ответами-заданиями человека-оператора. На основе последующего сравнения полученной *терминальной структуры* с хранимыми в БДЗ фреймами-образцами (см. рис. 1.3) различных ГЦФ определяется рациональная форма ГЦФ. В частности, в качестве рациональной ГЦФ могут рассматриваться следующие скалярные свертки ЛЦФ¹:

- произведение взвешенных степеней ЛЦФ (F_{03});
- сумма взвешенных степеней ЛЦФ (F_{01});
- сумма нормализованных (приведенных к относительным значениям) ЛЦФ (F_{02}) и др.

Рис. 1.3. Фреймы-образцы различных ГЦФ



Фрейм-прототип «ЧМ» имеет следующую логико-лингвистическую структуру и соответствующую присоединенную процедуру логического выбора (рис. 1.4):

¹ Там же.

Рис. 1.4. Концептуальная структура фрейма-прототипа «ЧМ»



$$\{(f_i \vee F_{ak} \vee 0) \wedge (d \vee d \vee 0) \wedge [(n = 1) \vee (n > 1) \vee 0] \wedge [(\varepsilon \leq \varepsilon_0) \vee (\varepsilon > \varepsilon_0) \vee 0] \wedge [(T \leq T_p) \vee (T > T_p) \vee 0] \wedge [(I(W^0 \vee W) = 1) \vee (I(W^0 \vee W) > 1) \vee 0] \wedge [s(W_j) \vee s(W_j) \vee 0]; i, k = 1, 2, \dots; i \neq k; j = 1, \dots, n\};$$

$$\langle 11 \text{ слот (вид ЦФ } F?) \rangle = \langle 111(F = F_x^{(1)} \vee F_x^{(2)} \vee \dots) \rangle \vee \langle 112(F = F_{01}^{(+)} \vee F_{02}^{(+)} \vee F_{03}^{(+)} \vee F_{04}^{(+)} \vee \dots) \rangle \vee \langle 113(30) \rangle;$$

$$\langle 12 \text{ слот (ЦФ } F \text{ дифференцируема?)} \rangle = \langle 121(\text{да}) \rangle \vee \langle 122(\text{нет}) \rangle \vee \langle 123(30) \rangle;$$

$$\langle 13 \text{ слот (сколько экстремумов имеет } F?) \rangle = \langle 131(F \text{ унимодальна}) \rangle \vee \langle 132(F \text{ — полимодальна}) \rangle \vee \langle 133(30) \rangle;$$

$$\langle 14 \text{ слот (какова точность } \varepsilon \text{ расчета } F?) \rangle = \langle 141(\varepsilon \leq \varepsilon_0) \rangle \vee \langle 142(\varepsilon > \varepsilon_0) \rangle \vee \langle 143(30) \rangle;$$

$$\langle 15 \text{ слот (каково время } T \text{ расчета } F?) \rangle = \langle 151(T \leq T_p) \rangle \vee \langle 152(T > T_p) \rangle \vee \langle 153(30) \rangle;$$

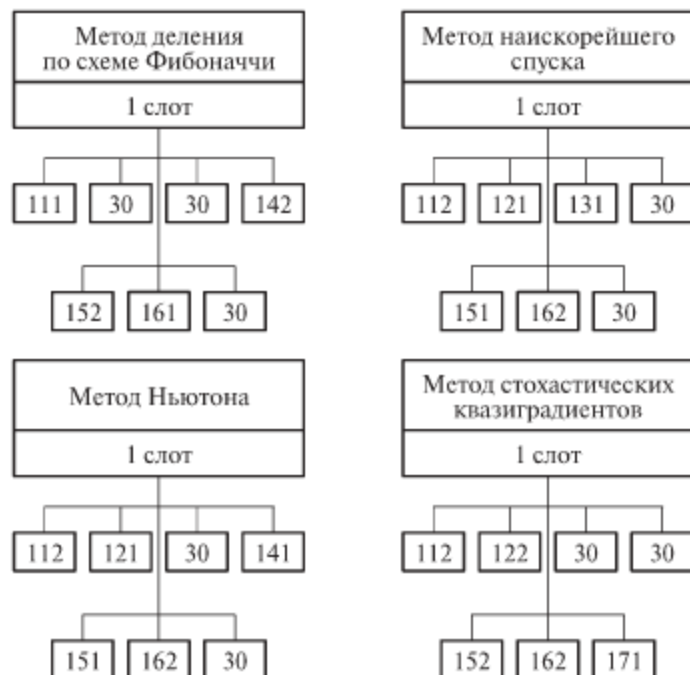
$$\langle 16 \text{ слот (какова размерность } I \text{ аргумента } \langle W^0 \rangle \vee \langle W \rangle?) \rangle = \langle 161(I = 1) \rangle \vee \langle 162(I > 1) \rangle \vee \langle 163(30) \rangle;$$

$$\langle 17 \text{ слот (зависимы ли элементы аргумента } W^0 = \langle W_1^0, \dots, W_n^0 \rangle?) \rangle = \langle 171(\text{да}) \rangle \vee \langle 172(\text{нет}) \rangle \vee \langle 173(30) \rangle;$$

где ε_0 — заданный уровень погрешности; T_p — время принятия решения.

В результате выполнения присоединенной диалоговой человеко-машинной процедуры логического выбора и активизации концептуального фрейма «ЧМ» (см. рис. 1.4) в соответствии с особенностями решаемой задачи будет получена терминальная структура (фрейм), соответствующая конкретному численному методу оптимизации (рис. 1.5).

Рис. 1.5. Фреймы-образцы численных методов оптимизации



Следовательно, для реализации процедур построения ГЦФ и выбора рационального численного метода оптимизации необходимо иметь в БДЗ эргасистемы набор программно-обеспеченных терминальных структур, соответствующих определённым сверткам ЛЦФ и численным методам оптимизации. При этом указанные процедуры заключаются в сравнении настроенной на решение конкретной задачи концептуальной структуры с имеющимися терминальными и определении наиболее подходящей из них.

Продуктивность создаваемых БДЗ (экспертных информационных систем) современных крупномасштабных эргасистем определяется, главным образом, качеством используемых *логических средств* (включая логические формы, логические законы, логические операции и процедуры),

и эффективностью их целевого применения в определенных сферах науки, техники и производства с учетом специфики последних.

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Какое определение «логики» как науки Вы считаете правильным?

- а) Логика — это наука, которая изучает мышление человека.
- б) Логика — это наука, которая изучает мышление человека, выраженное в языке.
- в) Логика — это наука, которая изучает рассуждения людей.
- г) Логика — это наука, которая изучает формы (схемы) рассуждения людей.

2. Какие основные социальные функции выполняет «логика»?

3. Приведите примеры функций, выполняемых логикой:

- познавательной функции;
- мировоззренческой функции;
- методологической функции;
- идеологической функции.

4. Кто является основателем «классической (традиционной) логики» как науки?

- а) Платон;
- б) И. Кант;
- в) Аристотель.

5. Кто является основателем «современной логики»?

- а) Г. Лейбниц;
- б) Ф. Бекон;
- в) Дж. Ст. Милль.

6. Какой по Вашему мнению, период традиционного этапа развития «логики»?

- а) IV в. до н. э. — 2-я половина XIX в.;
- б) III в. до н. э. — середина XIX в.;
- в) I в. до н. э. — начало XX в.

7. Какой по Вашему мнению, период современного этапа развития «логики»?

- а) середина XIX в. — середина XX в.;
- б) вторая половина XIX в. — до наших дней;
- в) середина XVIII в. — начало XX в.

8. Дайте определение «познания» как процесса отражения объективного мира.

9. Назовите две стороны «процесса познания» и две ступени «познавательной деятельности человека».

10. Назовите основные формы «чувственного познания» и формы «мышления» человека.

11. Назовите основные информационные средства «логико-лингвистического моделирования».

ГЛАВА 2.

Классификация логических форм

Логическая форма (форма мышления) — способ связи элементов мысли, ее строение, благодаря которому содержание существует и отражает действительность.

В реальном процессе мышления «содержание» и «форма» мысли существуют в неразрывном единстве. Нет «чистого», лишенного формы содержания, нет «чистых», бессодержательных логических форм. Однако в целях специального анализа мы вправе отвлечься от конкретного содержания мысли, сделав предметом изучения ее форму.

Исследование «логических форм» (*понятие, суждение, умозаключение*) безотносительно к их конкретному содержанию составляет важнейшую задачу науки логики.

2.1. Класс логических форм «понятие»

Понятие — это логическая форма мышления, отражающая предметы в их существенных признаках. Обычно понятия выражаются отдельными словами или словосочетаниями, например, «человек», «дерево», «студент экономического факультета» и др. «Понятие» отражает предметы и их совокупности в абстрактной, обобщенной форме.

В логических методах учитываются содержание и объем «понятий», их виды и характеристика, а также отношения между ними и логические операции с «понятиями».

2.1.1. Содержание и объем «понятия» как формы мышления

«Понятие» также является одной из основных форм научного познания. Формируя понятия, наука отражает в них изучаемые ею предметы, явления, процессы. «Понятие» как простейший элемент в логике

состоит из двух элементов: *объема* и *содержания*. При этом «объемом понятия» называется множество предметов, которое мыслится в понятии, а «содержанием понятия» называется совокупность существенных признаков предмета, которая мыслится в данном понятии. Например, объем понятия «преступление» охватывает все преступления, т. к. они имеют общие существенные признаки: общественная опасность, противоправность, виновность, наказуемость деяния.

Наука «Логика» оперирует также понятиями: «класс» («множество»), «подкласс» («подмножество») и «элемент класса».

Классом (множеством) называется определенная совокупность предметов, имеющих некоторые общие признаки. Класс (множество) может включать в себя *подкласс (подмножество)*. Например, класс (множество) студентов включает в себя подкласс (подмножество) студентов юридических вузов, класс преступлений — подкласс экономических преступлений.

Отношение элемента к классу выражается при помощи знака « \in ». Класс, состоящий из всех элементов исследуемой области, называется *универсальным* классом. Если «класс» состоит из одного элемента, то это будет *единичный* класс; класс, который не содержит ни одного элемента, называется *нулевым (пустым)* классом. Например, «самое глубокое озеро на Земле» — единичное понятие (класс), а такие понятия как «треугольный квадрат», «кентавр» — являются логически пустым.

Содержание и объем «понятия» тесно связаны друг с другом. Эта связь выражается в *законе обратного отношения* между объемом и содержанием понятия, который устанавливает, что увеличение содержания понятия ведет к образованию понятия с меньшим объемом, и наоборот.

2.1.2. Виды «понятий» и их характеристика

Понятия принято делить на следующие виды:

- единичные и общие;
- собирательные и разделительные (несобирательные);
- конкретные и абстрактные;
- положительные и отрицательные;
- безотносительные и относительные.

Понятия делятся на *единичные* и *общие* в зависимости от того, мыслится в них один элемент или множество элементов.

Например, «университет», «правонарушение» являются общими понятиями. Общие понятия могут быть регистрирующими (исчисляемыми) и нерегистрирующими (неисчисляемыми).

Регистрирующими (исчисляемыми) называются понятия, в которых множество мыслимых в них элементов поддается учету, регистрируется. Регистрирующие понятия имеют конечный объем. Например, «дни недели», «времена года» и др.

Нерегистрирующими (неисчисляемыми) называются понятия, относящиеся к неопределенному числу элементов. Нерегистрирующие понятия имеют бесконечный объем. Например, «студенты РГУП» — регистрирующее понятие, а «млечный путь» — нерегистрирующее понятие.

По типу элементов объема понятия делятся на собирательные и раздельные.

Собирательными называются понятия, в которых мыслятся признаки некоторой совокупности элементов, составляющих единое целое. Содержание собирательного понятия нельзя отнести к каждому отдельно взятому элементу, входящему в его объем, оно относится ко всей совокупности элементов. Например, «созвездие» — собирательное понятие, которое включает все звезды данного созвездия (например, созвездие «Большая Медведица»).

Разделительными называются понятия, в которых предполагаются признаки, относящиеся к каждому его элементу. Например, «человек», «планета Солнечной системы» — разделительные понятия.

По характеру элементов объема понятия делятся на: конкретные и абстрактные.

Конкретными называются понятия, в которых предмет или совокупность предметов рассматриваются как нечто самостоятельно существующее.

Абстрактными называются понятия, в которых есть признак предмета или отношение между предметами.

Различие между «конкретными» и «абстрактными» понятиями основано на различии между предметом, который мыслится как целое, и свойством предмета, отвлеченным от последнего и отдельно от него не существующим. Например, понятие «талантливый человек» — конкретное понятие, т. к. его объем включает талантливых людей — Пушкина, Чехова, Чайковского и др., а понятие «талант» абстрактное, т. к. его объем включает свойства этих людей (их талант).

Понятия делятся на: положительные и отрицательные в зависимости от того, составляют ли их содержание свойства, присущие предмету, или свойства, отсутствующие у него.

Положительными называются понятия, содержание которых составляют свойства, присущие предмету. Например, понятие о морали, городе, Луне и др.

Отрицательными называются понятия, в содержании которых указывается на отсутствие у предмета определенных свойств. Например, не студент, не юрист, не спортсмен и др.

Понятия делятся на: «безотносительные» и «соотносительные» в зависимости от того, понимаются ли в них предметы, существующие раздельно или в отношении с другими предметами.

Безотносительными называются понятия, отражающие предметы, существующие раздельно и мыслящиеся вне их отношения к другим предметам. Таковы понятия «студент», «книга», «государство», «место преступления» и др.

Соотносительные понятия содержат признаки, указывающие на отношение одного понятия к другому понятию. Например, понятие «начальник» соотносительное по отношению к понятию «подчиненный».

2.1.3. Отношения между «понятиями»

Рассматривая отношения между понятиями, следует, прежде всего, различать понятия *сравнимые* и *несравнимые*.

Сравнимыми называются понятия, имеющие некоторые признаки, позволяющие эти понятия сравнивать друг с другом.

Несравнимыми называются понятия, не имеющие общих признаков, поэтому и сравнивать эти понятия невозможно.

Например, понятия «лев» и «тигр» сравнимые понятия, так как у них имеется общий родовый признак «хищное животное», а понятия «лев» и «космос» — несравнимые понятия.

«Сравнимые понятия» делятся на: совместимые и несовместимые.

Совместимыми называются понятия, объемы которых полностью или частично совпадают. В содержании этих понятий нет признаков, исключающих совпадение их объемов.

Существуют три вида отношений совместимости: «тождества» (равнообъемности), «пересечения» (перекрещивания) и «подчинения» (субординации).

- В отношении *тождества* находятся понятия, в которых мыслится один и тот же предмет. Объемы этих понятий полностью совпадают. Эти понятия отражают один предмет мысли. Например, понятия «равноугольный» и «равносторонний» треугольники — их объемы полностью совпадают, однако содержание различно, т. к. каждое из них содержит разные признаки треугольника. Отношение между понятиями принято изображать с помощью круговых схем (кругов Эйлера), где каждый круг обозначает объем понятия, а каждая его точка — предмет, мыслимый в его объеме.

- В отношении *пересечения* находятся понятия, объем одного из которых частично входит в объем другого. Содержание этих понятий различно. Например, понятия «студент» и «спортсмен» находятся в отношении «пересечения».

- В отношении *подчинения* находятся понятия, объем одного из которых полностью входит в объем другого, составляя его часть. Например, понятия «направление научной деятельности» и «информатика» — находятся в отношении «подчинения».

Несовместимыми называются понятия, объемы которых не совпадают ни полностью, ни частично. Эти понятия содержат признаки, исключающие совпадение их объемов. Существуют три вида отношений несовместимости: «соподчинение» (координация), «противоположность» (контрарность), «противоречие» (контрадикторность).

- В отношении *соподчинения* находятся два или больше неперекрывающихся понятий, подчиненных общему для них понятию. Понятия, находящиеся в отношении подчинения к общему для них понятию, называются *соподчиненными*. Например, понятия «университет» и «институт» являются соподчиненными к понятию «ВУЗ».

- В отношении *противоположности* находятся понятия, одно из которых содержит некоторые признаки, а другое — признаки, не совместимые с ними. Такие понятия называются *противоположными*. Объемы двух противоположных понятий составляют в своей сумме лишь часть объема общего для них родового понятия, видами которого они являются и которому они соподчинены. Например, понятия «черный» и «белый» находятся в отношении противоположности к понятию «цвет».

- В отношении *противоречия* находятся понятия, одно из которых содержит некоторые признаки, а другое эти же признаки исключает. Объемы двух противоречащих понятий составляют весь объем рода, видами которого они являются и которому они соподчинены. Например, в отношении противоречия находятся понятия «законный» и «незаконный».

2.1.4. Логические операции с понятиями

Основными логическими операциями с понятиями являются обобщение, ограничение, определение и деление понятий.

2.1.4.1. «Обобщение» и «ограничение понятий»

Обобщить понятие — значит перейти от понятия с меньшим объемом, но с большим содержанием к понятию с большим объемом, но с меньшим содержанием.

Например, обобщая понятие «Министерство юстиции РФ», мы переходим к понятию «министерство юстиции». Объем нового (общего) понятия шире исходного понятия; первое относится ко второму как индивид к виду. Вместе с тем содержание понятия, образованного в результате обобщения, уменьшилось, т. к. мы исключили его индивидуальные признаки.

Обобщение понятия не может быть беспредельным. Наиболее общими являются понятия с предельно широким объемом — *категории*. Например, такие понятия, как «материя», «сознание», «движение», «свойство» и др., не имеют родового понятия, обобщить их нельзя.

Ограничить понятие — значит перейти от понятия с большим объемом, но с меньшим содержанием к понятию с меньшим объемом, но с большим содержанием. «Ограничение понятия» представляет собой операцию, противоположную операции обобщения. Иначе говоря, чтобы ограничить понятие «юрист», мы переходим к понятию «следователь», которое в свою очередь можем ограничить, образовав понятие «следователь прокуратуры». Пределом ограничения понятия является *единичное* понятие. Таким образом, изменяя объем исходного понятия, мы изменяем и его содержание, осуществляя тем самым переход к новому понятию — с большим объемом и меньшим содержанием (обобщение) или меньшим объемом и большим содержанием (ограничение).

Логические операции «обобщения» и «ограничения» понятий широко применяются в практике мышления: переходя от понятий одного объема к понятиям другого объема, мы уточняем предмет нашей мысли, делаем наше мышление более определенным и последовательным.

2.1.4.2. Правила определения понятий

Определением понятия называется логическая операция, раскрывающая содержание понятия, включая перечисление отличительных признаков предмета. Понятие, содержание которого требуется раскрыть, называется *определяемым*; понятие, раскрывающее содержание определяемого понятия, — *определяющим*.

Определения делятся на: номинальные и реальные, явные и неявные.

Номинальным называется определение, посредством которого взамен описания какого-либо предмета вводится новый термин (имя), объясняется значение термина, его происхождение и др. Например, номинальными являются статьи словарей, т. к. в них речь идет не о предметах, а о словах.

Реальным называется определение, раскрывающее существенные признаки предмета.

Задачи номинальных и реальных определений — объяснить значение термина или раскрыть существенные признаки предмета.

Явные и *неявные* определения различаются по способу выявления содержания понятия.

Явные определения раскрывают существенные признаки предмета.

Неявные определения раскрывают отношение предмета к своей противоположности. Это контекстуальные и некоторые другие виды определений.

Правила определения понятий включают следующие:

- *Определение должно быть соразмерным.* Если объем определяемого понятия равен объему определяющего, то такие понятия находятся в отношении равнообъемности.
- *Определение не должно заключать в себе круга.* Если определяющее понятие является повторением определяемого, то такое определение содержит в себе круг. Разновидностью круга в определении является *тавтология*. Тавтология отличается от круга в определении меньшей сложностью построения.
- *Определение должно быть ясным.* Оно должно указывать на известные признаки, не нуждающиеся в определении и не содержащие двусмысленности. Если же понятие определяется через другое понятие, признаки которого неизвестны и которое само нуждается в определении, то это ведет к ошибке, называемой «определением неизвестного через неизвестное», или определением *x* через *y*.
- *Определение не должно быть отрицательным.* Отрицательное определение не раскрывает определяемого понятия, т. к. оно указывает, чем не является предмет, не указывая, чем он является.

2.1.4.3. Правила деления понятий

Делением называется логическая операция, раскрывающая объем понятия. В операции деления следует различать *делимое понятие* — объем которого следует раскрыть, *члены деления* — соподчиненные виды, на которые делится понятие, и *основание деления* — признак, по которому производится деление. Различают деление по *видоизменению признака* и *дихотомическое деление*.

При делении по видоизменению признака основанием деления является признак, при изменении которого образуются видовые понятия, входящие в объем делимого (родового) понятия.

Правила деления понятий включают следующие:

- *Деление должно быть соразмерным.* Задача этой операции заключается в том, чтобы перечислить все виды делимого понятия. Поэтому объем членов деления должен быть равен в своей сумме объему

делимого понятия. Например, делимое понятие «органы чувств» разбивается на члены деления: «органы зрения», «органы слуха», «органы обоняния», «органы осязания», «органы вкуса».

- *Деление должно производиться только по одному основанию.* В процессе деления избранный признак должен оставаться одним и тем же и не подменяться другим признаком. Например, граждан какой-либо страны в зависимости от поставленной задачи можно разделить по их социальному положению или национальности, профессии или полу. Но нельзя смешивать эти признаки и делить, скажем, граждан России на рабочих, русских, шахтеров и женщин.
- *Члены деления должны исключать друг друга.* Если выбрано не одно основание, то члены деления — видовые понятия будут находиться в отношении частичного совпадения. Например, деление преступлений на умышленные, неосторожные и воинские, или деление студентов университета на очников, магистрантов и спортсменов также приведет к нарушению данного правила.
- *Деление должно быть непрерывным.* В процессе деления родового понятия нужно переходить к ближайшим видам, не пропуская их. Но нельзя переходить от деления на виды одного порядка к делению на виды другого порядка. Например, нельзя делить преступления на преступления против личности, преступления в экономической сфере и военные преступления. Такое деление лишено последовательности, оно называется *скачком в делении*.

2.2. Класс логических форм «суждение»

Человеку в процессе познания предметов необходимо раскрыть связи между этими предметами и их признаками, установить отношения между предметами, что позволит утверждать или отрицать факт существования предмета. Эти связи и отношения отражаются в мышлении в форме *суждений*, представляющих собой *связь понятий*. Связи и отношения выражаются в суждении посредством *утверждения* или *отрицания*.

В логических методах учитываются состав суждений, их виды и характеристика, а также логические отношения между ними.

2.2.1. Виды и состав «простых суждений»

Любое суждение может быть либо *истинным*, либо *ложным*, т. е. соответствовать действительности либо не соответствовать ей. Если в суждении утверждается связь, существующая в действительности, или

отрицается связь, которая в действительности отсутствует, то такое суждение будет *истинным*.

Суждение — это форма мышления, в которой утверждается или отрицается связь между предметом и его признаком, отношения между предметами или факт существования предмета.

Языковой формой выражения суждения служит *повествовательное предложение*, в котором содержится сообщение о чем-либо, и оно не может возникнуть и существовать вне предложений. Однако не всякое предложение выражает суждение. Вопросительные и побудительные предложения суждениями не являются.

«Суждение» и «предложение» различаются по своему составу. Суждение состоит из двух понятий — двух *терминов суждения*:

- *субъекта S*, отражающего предмет суждения;
- *предиката P*, отражающего признак предмета.

Кроме субъекта и предиката, суждение включает в свой состав *связку* — элемент суждения, который соединяет оба термина суждения, утверждая или отрицая принадлежность предмету некоторого признака. Главные члены предложения могут совпадать с субъектом и предикатом суждения только в простом нераспространенном двусоставном предложении. Логическая же структура суждения одинакова независимо от его выражения в том или ином языке.

Суждения делятся на: простые и сложные.

«Простым» называется суждение, не включающее другие суждения. *Сложное* суждение может состоять из нескольких простых суждений.

В науке традиционно различают: «атрибутивные» («категорические») суждения, «суждения с отношениями» и «суждения существования».

Атрибутивным (категорическим) называется суждение о признаке предмета. В нем отражается связь между предметом и его признаком, эта связь утверждается или отрицается. Логическая схема атрибутивного суждения имеет вид:

$$S - P,$$

где *S* — субъект суждения; *P* — предикат суждения; «—» — связка.

Субъект и предикат называются *терминами суждения*, они образуют суждение посредством связки. Связка объединяет термины суждения в единое целое и является необходимым элементом суждения. Некоторые суждения отражают принадлежность (или непринадлежность) предмету нескольких признаков. В этом суждении субъект имеет не один, а два или больше предикатов.

Суждением с отношением называется суждение об отношении между предметами. Это могут быть отношения *равенства, неравенства, родства, пространственные, временные, причинно-следственные* и др. Логическая структура суждения с отношениями имеет вид:

$$x R y,$$

где x и y — члены отношения, они обозначают понятия о предметах; R — отношение между ними.

Запись читается так: x находится в отношении R к y . Суждения с отношениями имеют структуру, отличающуюся от структуры атрибутивных суждений. Тем не менее, они могут быть преобразованы в атрибутивные.

В суждениях существования выражается сам факт существования или не существования предмета суждения.

2.2.2. Классификация и общая характеристика «категорических суждений»

«Категорические суждения» делятся по качеству, по количеству и по объединенной классификации.

1. По *качеству* суждения делятся на: утвердительные и отрицательные.

Утвердительным называется суждение, выражающее принадлежность предмету некоторого признака.

Отрицательным называется суждение, выражающее отсутствие у предмета некоторого признака.

Утвердительное и отрицательное суждения различаются характером связки, ее качеством. Утвердительная связка («есть») указывает на принадлежность признака предмету. Суждение с отрицательным предикатом, но с утвердительной связкой « S есть не- P » рассматривается как утвердительное.

Например, «Привычка — вторая натура» — утвердительное суждение, а «Нет жизни на Марсе» — отрицательное суждение.

2. Суждения по *количеству* делятся на: единичные, частные и общие.

Утверждать или отрицать что-либо можно об одном предмете, о части предметов некоторого класса и обо всех предметах класса.

Единичным называется суждение, в котором что-либо утверждается или отрицается об одном предмете. Например, «Москва — столица России».

Частным называется суждение, в котором что-либо утверждается или отрицается о части предметов некоторого класса. Частные суждения

выражаются в предложениях, имеющих в своем составе слова: «некоторые», «многие», «немногие», «большинство», «меньшинство» и др. Например, «Некоторые законы не работают».

В *неопределенном частном суждении* слово «некоторые» употребляется в значении «Некоторые, а может быть, и все», «по крайней мере, некоторые».

В *определенном частном суждении* слово «некоторые» употребляется в значении «только некоторые».

Общим называется суждение, в котором что-либо утверждается или отрицается обо всех предметах некоторого класса. Например, «Каждый человек смертен». В отличие от единичных суждений частные суждения содержат обобщенные знания. В неопределенном частном суждении эти знания характеризуются незавершенностью.

Знания, содержащиеся в общих суждениях, характеризуются общностью и завершенностью. В общих суждениях выражаются законы науки, законы, устанавливаемые государством, правовые нормы и др.

3. Объединенная классификация суждений.

Объединя количественную и качественную характеристики, суждения делятся на: общеутвердительные, общеотрицательные, частноутвердительные, частноотрицательные.

Общеутвердительное — это суждение, общее по количеству и утвердительное по качеству связки. Его логическая структура:

«Все S есть P ». Например, суждение «Все адвокаты — юристы».

Общеотрицательное — суждение, общее по количеству и отрицательное по качеству связки. Его логическая структура:

«Ни одно S не есть P ». Например, суждение «Ни один подложный документ не является доказательством».

Частноутвердительное — суждение, частное по количеству и утвердительное по качеству. Его логическая структура:

«Некоторые S есть P ». Примеры таких суждений: «Некоторые студенты — экономисты» или «Некоторые писатели — фронтовики».

Частноотрицательное — суждение, частное по объему субъекта и отрицательное по качеству связки. Его логическая структура:

«Некоторые S не есть P ». Примеры таких суждений: «Некоторые европейские страны не являются членами НАТО» или «Некоторые люди не являются экономистами».

В логике принято следующее сокращенное обозначение суждений по их объединенной классификации:

A — общеутвердительное;

E — общеотрицательное;

I — частноутвердительное;

O — частноотрицательное.

На языке логики предикатов суждения *A, E, I, O* записывают следующим образом:

A — Все *S* суть *P* (для всех *x*, если *x* присуще свойство *S*, то *x* присуще свойство *P*);

E — Ни одно *S* не есть *P* (ни одному *x*, которому присуще свойство *S*, не присуще свойство *P*);

I — Некоторые *S* суть *P* (существуют *x*, которым присуще свойство *S* и свойство *P*);

O — Некоторые *S* не суть *P* (существуют *x*, которым присуще свойство *S* и не присуще свойство *P*).

Особое место в классификации суждений занимают выделяющие и исключающие суждения.

Выделяющие суждения отражают тот факт, что признак, выраженный предикатом, принадлежит (или не принадлежит) только данному, и никакому другому предмету. Выделяющее суждение может быть *частным выделяющим* и *общим выделяющим*.

Пример «частного выделяющего суждения»: «Некоторые города — столицы государств» (некоторые *S*, и только *S*, суть *P*). Столицами государств могут быть только города, и притом только некоторая их часть, т. е. в частных выделяющих суждениях уточняется объем предиката.

Пример «общего выделяющего суждения»: «Все преступления, и только преступления — предусмотренные законом общественно опасные деяния» (все *S*, и только *S*, суть *P*). Объемы субъекта и предиката общего выделяющего суждения полностью совпадают.

Слова «только», «лишь», входящие в состав предложений, выражающих выделяющие суждения, могут находиться как перед субъектом, так и перед предикатом.

Исключающим называется суждение, в котором отражается принадлежность (или непринадлежность) признака всем предметам, за исключением некоторой их части. Например: «Все студенты восьмой группы, кроме Соколова, сдали экзамены» (все *S*, за исключением *S*₁, суть *P*). Исключающие суждения выражаются предложениями со словами «кроме», «за исключением», «помимо», «не считая» и др.

Положения, выраженные в форме этих суждений, характеризуются точностью и определенностью, что исключает их неоднозначное понимание. Это очень важно, в частности, при разработке нормативных правовых актов, международных документов, научных статей и др.

В логических операциях с суждениями возникает необходимость установить, *распределены или не распределены его термины* — субъект и предикат.

Термин считается «распределенным», если он взят в полном объеме. И, соответственно, термин считается «нераспределенным», если он взят в части объема.

Рассмотрим, как распределены термины в суждениях *A, E, I, O*:

- *A* (Все *S* суть *P*) — пример суждения: «Все студенты восьмой группы (*S*) сдали экзамены (*P*)». Субъект распределен, он взят в полном объеме: речь идет обо всех студентах восьмой группы. Предикат этого суждения не распределен, т. к. в нем мыслится только часть лиц, сдавших экзамены, совпадающая со студентами восьмой группы. Таким образом, в общеутвердительных суждениях *S* распределен, а *P* не распределен. Однако в общеутвердительных суждениях, субъект и предикат которых имеют одинаковый объем, распределен не только субъект, но и предикат.
- *E* (Ни одно *S* не есть *P*) — пример суждения: «Ни один студент восьмой группы (*S*) не является неуспевающим (*P*)». И субъект, и предикат взяты в полном объеме. Следовательно, в общеотрицательных суждениях и *S*, и *P* распределены.
- *I* (Некоторые *S* суть *P*) — пример суждения: «Некоторые студенты восьмой группы (*S*) — отличники (*P*)». Здесь субъект суждения не распределен, объем субъекта лишь частично включается в объем предиката, но и объем предиката лишь частично включается в объем субъекта. Следовательно, в частноутвердительном суждении ни *S*, ни *P* не распределены.
- *O* (Некоторые *S* не суть *P*) — пример суждения: «Некоторые студенты восьмой группы (*S*) — не отличники (*P*)». Субъект этого суждения не распределен, а предикат распределен. В предикате речь идет о всех отличниках, ни один из которых не включается в ту часть студентов восьмой группы, которая мыслится в субъекте. Следовательно, в частноотрицательном суждении *S* не распределен, а *P* — распределен.

2.2.3. Логические отношения между суждениями

Суждения подразделяются на простые и сложные.

2.2.3.1. «Простые» суждения

«Простые» суждения могут быть: сравнимыми и несравнимыми.

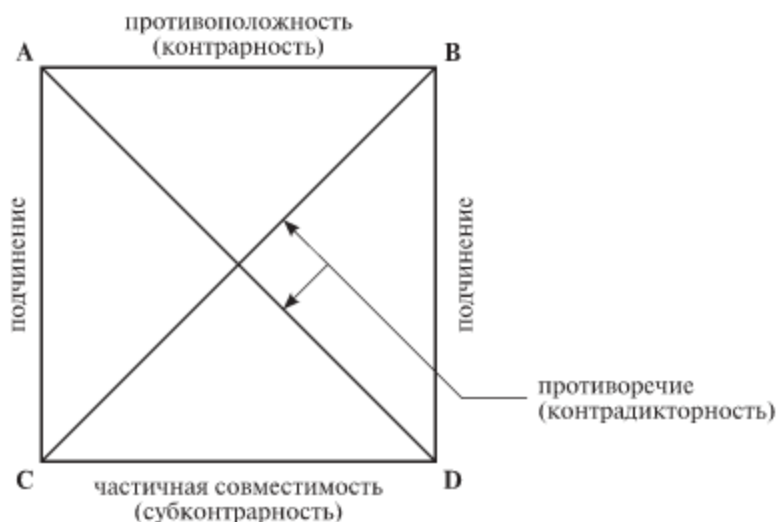
Сравнимыми являются суждения с одинаковыми субъектами и предикатами и различающиеся связкой или квантором. Например: «Все

американские индейцы *живут* в резервациях»; «Некоторые американские индейцы *не живут* в резервациях».

Несравнимыми являются суждения, имеющие различные субъекты или предикаты. Например, «несравнимыми» являются суждения: «Среди космонавтов есть летчики»; «Среди космонавтов есть женщины», которые имеют различные предикаты.

Отношения между «простыми суждениями» обычно рассматриваются с помощью мнемонической схемы, называемой «**логическим квадратом**» (рис. 2.1). Его вершины символизируют простые категорические суждения: *A, E, I, O*; стороны и диагонали — отношения между суждениями.

Рис. 2.1. Схема «логического квадрата»



Среди «сравнимых суждений» различают: совместимые и несовместимые суждения.

Совместимыми являются такие суждения, которые одновременно могут быть истинными.

Различают три вида *совместимости*: «эквивалентность» (полная совместимость), «частичная совместимость» (субконтрарность) и «подчинение».

Эквивалентными являются такие суждения, которые имеют одинаковые логические характеристики: одинаковые субъекты и предикаты,

однотипную — утвердительную или отрицательную — связку, одну и ту же выраженную квантором количественную характеристику. С помощью «логического квадрата» отношения между простыми эквивалентными суждениями не иллюстрируются.

Частично совместимыми являются суждения, которые могут быть одновременно истинными, но не могут быть одновременно ложными. Такой вид совместимости характерен для суждений *I* и *O*.

Подчинение имеет место между суждениями *A* и *I*, *E* и *O*. Для них характерны следующие две зависимости.

При истинности общего суждения частное всегда будет истинным.

При ложности частного суждения общее суждение также будет ложным.

Несовместимыми являются суждения *A* и *E*, *A* и *O*, *E* и *I*, которые одновременно не могут быть истинными. Различают два вида «несовместимости»: противоположность и противоречие.

Противоположными (контрарными) являются суждения *A* и *E*, которые одновременно не могут быть истинными, но могут быть одновременно ложными.

Противоречащими (контрадикторными) являются суждения *A* и *O*, *E* и *I*, которые одновременно не могут быть ни истинными, ни ложными.

Несовместимые единичные суждения могут находиться лишь в отношении противоречия и не могут находиться в отношении противоположности, ибо каждому отдельному предмету может быть либо присущ, либо не присущ определенный признак.

2.2.3.2. «Сложные» суждения

Среди «сложных» суждений различают: *соединительные* (конъюнктивные), *условные* (имплицативные), *эквивалентные* (двойная импликация) суждения.

Соединительным (конъюнктивным) называют суждение, состоящее из нескольких «простых», связанных логической связкой «и».

Соединительное суждение может быть как двух-, так и многосоставным, его символическая запись:

$$p \wedge q \wedge r \wedge \dots \wedge n.$$

В языке «соединительное суждение» может быть выражено одной из следующих трех «логико-грамматических структур».

1. В *сложном субъекте* соединительная связка представлена по схеме: S_1 и S_2 есть P . *Например*: «Конфискация имущества и лишение звания являются дополнительными уголовно-правовыми санкциями».

2. В сложном предикате связка представлена по схеме: S есть P_1 и P_2 .
Например: «Преступление — это общественно опасное и противоправное деяние».

3. В сочетании первых двух способов связка представлена по схеме: S_1 и S_2 есть P_1 и P_2 .
Например: «С полицмейстером и прокурором Ноздрев тоже был на «ты» и обращался по-дружески» (*Н. В. Гоголь*).

«Соединительное суждение» истинно при истинности всех составляющих его конъюнктов и ложно при ложности хотя бы одного из них. Условия истинности суждения $p \wedge q$ показаны в табл. 2.1, где истинность обозначена И, а ложность — Л. В первых двух столбцах таблицы p и q берутся как независимые и принимают поэтому все возможные сочетания значений: ИИ, ИЛ, ЛИ, ЛЛ.

Таблица 2.1

p	q	$p \wedge q$
Л	Л	Л
Л	И	Л
И	Л	Л
И	И	И

В третьем столбце показано значение суждения $p \wedge q$. Из четырех построенных вариантов истинным оно является лишь в 4-й строке, когда истинны оба конъюнкта: p и q . Во всех остальных случаях оно ложно: во 2-й и 3-й строках в силу ложности одного из членов, а в 1-й — в силу ложности обоих членов.

Условным (имплицативным) называют суждение, состоящее из двух простых, связанных логической связкой «если, то». *Например:* «Если предохранитель плавится, то электролампа гаснет». Первое суждение — «Предохранитель плавится» — называют *антецедентом*, второе — «Электролампа гаснет» — *консеквентом* (последующим).

Если антецедент обозначить p , консеквент — q , а связку «если, то» знаком « \rightarrow », то имплицативное суждение символически можно выразить логической формулой: $p \rightarrow q$.

Условия истинности имплицативного суждения показаны в табл. 2.2. Импликация истинна во всех случаях, кроме одного: при истинности антецедента и ложности консеквента (3-я строка) импликация всегда будет ложной. Сочетание истинного антецедента, например, «Предохранитель плавится», и ложного консеквента — «Электролампа не гаснет» — является показателем ложности импликации.

Таблица 2.2

p	g	$p \rightarrow g$
л	л	И
л	и	И
и	л	Л
и	и	И

Истинность импликации объясняется следующим образом. В 4-й строке истинность p имплицитно истинность q , или другими словами, если предохранитель плавится, то электролампа обязательно гаснет в силу их последовательного включения в электрическую цепь.

В 1-й строке при ложном antecedente — «Предохранитель не плавится» консеквент является истинным — «Электролампа гаснет». Ситуация вполне допустимая, ибо предохранитель может не плавиться, а электролампа может погаснуть в силу других причин — отсутствия тока в цепи, перегорания нити в лампе и др. Таким образом, истинность q при ложности p не опровергает идею о наличии условной зависимости между ними, т. к. при истинности p всегда будет истинным и q .

Во 2-й строке при ложном antecedente — «Предохранитель не плавится» ложным является и консеквент — «Электролампа не гаснет». Такая ситуация возможна, но она не ставит под сомнение факт условной зависимости p и q , ибо при истинности p всегда будет истинным q .

Эквивалентными суждениями (двойная импликация) называются суждения, включающие в качестве составных два суждения, связанных двойной (прямой и обратной) условной зависимостью, выражаемой логической связкой «если и только если, то».

Сложные суждения также могут быть *сравнимыми* и *несравнимыми*.

Сравнимые — это суждения, которые имеют одинаковые пропозиционные переменные (составляющие) и различаются логическими связками, включая отрицание. Например, сравнимыми являются следующие два суждения: «Норвегия или Швеция имеют выход в Балтийское море» ($p \vee g$); «Ни Норвегия, ни Швеция не имеют выхода в Балтийское море».

Несравнимые — это суждения, которые не имеют общих пропозиционных переменных. Например, $p \wedge q$ и $m \wedge n$.

«Сложные сравнимые суждения» могут быть: совместимыми и несовместимыми.

Совместимые суждения — это такие сравнимые суждения, которые одновременно могут быть истинными.

Как и в случае «простых суждений», различают три вида «совместимости сложных суждений»: эквивалентность, частичная совместимость и подчинение.

Эквивалентные — это суждения, принимающие одни и те значения, т. е. одновременно являются либо истинными, либо ложными.

Частичная *совместимость сложных суждений* характерна для суждений, которые могут быть одновременно истинными, но не могут быть одновременно ложными.

Подчинение между суждениями имеет место в том случае, когда при истинности подчиняющего подчиненное всегда будет истинным.

Отношение несовместимости

Несовместимыми являются суждения, которые одновременно не могут быть истинными. Из двух видов несовместимости одна — противоположность, другая — противоречие.

Противоположность — отношение между суждениями, которые одновременно не могут быть истинными, но могут быть одновременно ложными.

Противоречие — отношение между суждениями, которые одновременно не могут быть ни истинными, ни ложными. При истинности одного из них другое будет ложным, а при ложности первого второе будет истинным.

2.3. Класс логических форм «умозаключение»

«Умозаключение» является более сложной формой мышления, чем «суждение». «Умозаключение» содержит в своем составе «суждения» (в том числе и «понятия»), но оно не сводится к ним, а предполагает еще и их определенную связь. Благодаря этому образуется качественно особая форма с ее специфическими функциями в мышлении.

В логических методах учитываются структура «умозаключений», их виды (дедуктивные, индуктивные, традуктивные, абдуктивные) и характеристика, а также виды и способы построения, подтверждения, доказательства и опровержения гипотез как форм развития научного знания.

2.3.1. Структура, виды и характеристика «умозаключений»

Нередко «логику» называют еще наукой о *выводном знании*. И в этом есть значительная доля истины. Очевидно, что весь предшествующий анализ *понятий и суждений* в полной мере раскрывает все свое значение лишь в связи с их логическими функциями по отношению к «умозаключениям».

Теория «умозаключений» является наиболее глубоко разработанной частью «логики», она дает человеку мощное орудие познания и общения.

В процессе познания действительности мы приобретаем новые знания. Чтобы уяснить происхождение и сущность «умозаключения», необходимо сопоставить два рода знаний, которыми мы располагаем и пользуемся в повседневной жизни — непосредственные и опосредованные.

Непосредственные знания — это те, которые получены нами с помощью органов чувств: зрения, слуха, обоняния, осязания и вкуса. Таковы, например, знания, выраженные суждениями типа «Снег белый», «Ночь тихая», «Сосновый лес пахнет смолой». Они составляют значительную часть всех наших знаний и служат их базой.

Однако далеко не обо всем на свете мы можем судить непосредственно. Например, никто никогда не наблюдал, что в районе г. Москвы некогда бушевало море. А знание об этом есть, и оно было получено из других знаний. Так, в Подмосковье были обнаружены большие залежи белого камня, из которого и строилась белокаменная Москва. Учеными было доказано, что белый камень образовался из скелетов морских организмов, которые могли накапливаться лишь на дне моря. На этом основании был сделан вывод о том, что примерно более 250 млн лет назад Русская равнина, на которой расположена и Московская область, было дном моря.

Подобные знания, которые получены не прямо, непосредственно, а *опосредованно*, путем выведения из других знаний, называются *опосредованными* (или *выводными*). Логической формой их приобретения и служит *умозаключение*. В самом общем виде под «умозаключением» подразумевается форма мышления, посредством которой из известного знания выводится новое знание.

«Умозаключение» — это форма мышления, в которой из одного или нескольких истинных суждений на основании определенных правил вывода получается новое суждение, которое с непреложностью или определенной степенью вероятности следует из них.

Ранее было показано, что существование таких двух форм в нашем мышлении, как *понятия* и *суждения*, обусловлено самой объективной действительностью. Если в основе *понятия* лежит предметный характер действительности, а в основе *суждения* — связь предметов, то объективную основу *умозаключения* составляет более сложная взаимная связь предметов, их взаимные отношения. Имеют место следующие два варианта:

1. Если один класс предметов (*A*) входит целиком в другой (*B*), но не исчерпывает его объема, то это означает необходимую обратную

связь: более широкий класс предметов (*B*) включает в себя менее широкий (*A*) как свою часть, но не сводится к нему.

Пример: «Все космонавты (*A*) — мужественные люди (*B*)». Это означает: «Некоторые мужественные люди (*B*) — космонавты (*A*)».

2. Если один класс предметов (*A*) входит в другой (*B*), а этот, в свою очередь, входит в третий (*C*), то отсюда следует, что первый (*A*) входит в третий (*C*).

Пример: «Если Алексей Леонов (*A*) — космонавт (*B*), а все космонавты (*B*) — мужественные люди (*C*), то Алексей Леонов (*A*) — мужественный человек (*C*)».

Таким образом, «умозаключение» — это некоторый слепок с действительности, но в *форме структуры мысли*.

«Умозаключения» используются как способ познания прошлого, так и будущего, которые непосредственно наблюдать уже нельзя. Так, *например*, с помощью умозаключения получены фундаментальные знания о «Большом взрыве» Вселенной, о возникновении Солнечной системы и образовании Земли; о происхождении и сущности жизни на Земле и др.

С «умозаключениями» мы постоянно встречаемся и в повседневной жизни. Например, по мокрым крышам домов мы делаем вывод о прошедшем ночью дожде, по багрово-красному закату солнца мы прогнозируем на завтра ветреную погоду и др.

Ранее уже говорилось о той роли, какую играют *умозаключения* в образовании *понятий и суждений*. Однако и «понятия», и «суждения» играют значительную роль в «умозаключениях», т. к. они входят в структуру «умозаключений». Здесь важно установить их *логические функции*.

Понятно, что *суждения* выполняют в умозаключениях функции либо *посылок*, либо *заключения*. *Понятия* же, являясь «терминами суждения», выполняют функции *терминов умозаключения*. Одно и то же «понятие» может выступать то в роли *субъекта*, то в роли предиката *посылки* или *заключения*, то в роли посредствующего звена между ними. Так формально осуществляется бесконечный «процесс познания».

Любое «умозаключение» состоит из *посылок, заключения и вывода*.

Посылками умозаключения называются исходные суждения, из которых выводится новое суждение. *Заключением* называется новое суждение, полученное логическим путем из посылок. Логический переход от посылок к заключению называется *выводом*.

Например: «Судья не может участвовать в рассмотрении дела, если он является потерпевшим (1). Судья Новиков — потерпевший (2). Значит, он не может участвовать в рассмотрении дела (3)». В этом

умозаключении 1-е и 2-е суждения являются *посылками*, 3-е суждение — *заключением*.

Как и любая другая форма мышления, «умозаключение» воплощается в языке. Если *понятие* выражается отдельным словом (или сочетанием слов), а *суждение* — отдельным предложением (или их сочетанием), то в *умозаключении* всегда есть связь нескольких (двух или более) предложений.

В русском языке эта связь выражается словами «*следовательно*», «*значит*», «*таким образом*», «*отсюда*» и др., либо словами «*потому что*», «*так как*», «*ибо*» и др. Употребление тех или иных языковых средств не произвольно, а определяется порядком расположения *посылок* и *заключения*. *Умозаключение* может завершаться *выводом*, но может и начинаться с него; вывод также может находиться в середине умозаключения — между его посылками. И это естественно: ведь новизна заключения не психологическая, а логическая, она потенциально, скрыто содержится во всей структуре этого знания в целом и проявляется лишь во взаимодействии ее элементов, и чтобы получить новое знание, требуется определенное умственное усилие, которое и достигается посредством *умозаключения*.

Сформулируем общее правило языкового выражения «умозаключения»:

- если заключение стоит после посылок, то перед ним ставятся слова «следовательно», «значит», «поэтому», «отсюда следует» и др.;
- если заключение стоит перед посылками, то после него ставятся слова «потому что», «так как», «ибо» и др.;
- если заключение располагается между посылками, то и перед ним, и после него употребляются соответствующие слова одновременно.

Подобно любому суждению, *заключение* может быть *истинным* и *ложным*. Отношение логического следования между посылками и заключением предполагает связь между посылками по содержанию. Если суждения не связаны по содержанию, то вывод из них невозможен.

Например, суждения: «Судья не может участвовать в рассмотрении дела, если он является потерпевшим» и «Обвиняемый имеет право на защиту» логически не связаны друг с другом, т. к. не имеют общего содержания, и, следовательно, из них нельзя получить заключение.

При наличии содержательной связи между посылками можно получить в процессе рассуждения новое истинное знание при соблюдении двух условий:

- *во-первых*, должны быть истинными исходные суждения — посылки умозаключения;

- во-вторых, в процессе рассуждения следует соблюдать правила вывода (силлогистики), которые обуславливают логическую правильность умозаключения.

Из практики мышления можно обнаружить великое множество самых разнообразных видов и разновидностей «умозаключений». Они различаются:

- числом посылок — одна, две и более;
- типом суждений — простое или сложное;
- видом суждений — атрибутивное или с отношением;
- видом вывода — достоверный или вероятный и др.

В связи с тем, что любое умозаключение вообще, безотносительно к его формам, представляет собой логическое следование одних знаний за другими, то основу деления умозаключений на типы составляют *характер логического следования* и *направленность хода мысли*, которые и лежат в основе анализа выводного знания в умозаключении и позволяют выделить четыре коренных, фундаментальных типа. Это: «дедукция», «индукция», «традукция» и «абдукция».

Дедукция (от лат. *deductio* — выведение) — это умозаключение от более общего знания к менее общему. Типичный пример дедукции, идущий от древности: «Все люди смертны. Сократ — человек. Следовательно, Сократ смертен».

Индукция (от лат. *inductio* — наведение) — умозаключение от менее общего знания к более общему. Например, наблюдая за движением каждой из планет Солнечной системы, можно сделать общий вывод: «Все планеты движутся с Запада на Восток»¹.

Традукция (от лат. *traductio* — перемещение) — опосредованное умозаключение или умозаключение по *анalogии* — от частного знания к частному, от единичного к единичному, от общего к общему, т. е. в котором посылки и заключение одной и той же степени общности.

Пример: «На Земле, где есть атмосфера, смена дня и ночи, времен года, есть также и жизнь. На Марсе, подобно Земле, есть атмосфера, смена дня и ночи, смена времен года. Возможно, что на Марсе тоже есть жизнь» (однако, этот вывод пока не подтвердился).

Абдукция (от лат. *ab* — с и *ducere* — водить) — это умозаключение путем редуктивного (от лат. *reduction* — сведение, например, сложного к более простому) вывода с той особенностью, что из посылки, которая является условным высказыванием, и заключением вытекает

¹ Финн В. К. Синтез познавательных процедур и проблема индукции // НТИ. Сер. 2. 1998. № 1–2. С. 3–52.

вторая посылка. Например, «Все люди смертны. Сократ смертен». Можно предположить, что *вторая* посылка: «Сократ — человек».

Абдукция используется как познавательная процедура выдвижения гипотез, это единственная логическая операция, с помощью которой вводится новая идея¹.

В зависимости от строгости правил вывода различают два вида «умозаключений»: демонстративные (необходимые) и недемонстративные (правдоподобные).

Демонстративные умозаключения характеризуются тем, что заключение в них с необходимостью следует из посылок, т. е. логическое следование в такого рода выводах представляет собой логический закон.

Недемонстративные умозаключения характеризуются тем, что правила вывода (силлогистики) обеспечивают лишь вероятное следование заключения из посылок.

2.3.2. «Дедуктивные умозаключения»

«Дедуктивным» называется умозаключение, в котором переход от общего знания к частному является логически необходимым.

В зависимости от числа посылок, из которых можно сделать тот или иной вывод, «дедуктивные умозаключения» подразделяются, прежде всего, на: непосредственные и опосредованные.

Непосредственные умозаключения — умозаключения, которые делаются из одной посылки.

Опосредованные умозаключения — умозаключения, которые делаются из нескольких (двух и более) посылок.

«Непосредственные умозаключения» можно получать, прежде всего, из простых суждений — как *атрибутивных*, так и *реляционных* (суждений с отношением). Правила дедуктивного вывода определяются характером посылок, которые могут быть *простыми* (категорическими) или *сложными* суждениями.

Суждение, содержащее новое знание, может быть получено посредством преобразования некоторого суждения. В связи с тем, что исходное (преобразуемое) суждение рассматривается как *посылка*, а новое, полученное в результате преобразования суждение — как *заключение*, то высказывания, построенные посредством преобразования суждений, называются «*непосредственными умозаключениями*».

¹ Светлов В. А. Методологическая концепция научного знания Чарльза Пирса: единство абдукции, дедукции и индукции // Логико-философские штудии. 2008. Т. 5. С. 165–184.

К «непосредственным умозаключениям» относятся: превращение, обращение, противопоставление предикату, умозаключения по логическому квадрату.

Выводы в каждом из этих умозаключений получаются в соответствии с определенными *логическими правилами*, которые обусловлены видом суждения — его количественной и качественной характеристиками.

2.3.2.1. Превращение

«Превращением» называется преобразование одного суждения в другое, противоположное по качеству с предикатом, противоречащим предикату исходного суждения.

«Превращение суждения» состоит в установлении отношения субъекта к понятию, противоречащему предикату исходного суждения. *Например*, в исходном суждении «Иванов (S) совершеннолетний (P)» предикатом является понятие о лицах, достигших совершеннолетия. В понятии, противоречащем предикату, мыслятся лица, не достигшие совершеннолетия. Отношение Иванов к несовершеннолетним следует, очевидно, выразить в форме отрицательного суждения «Иванов (S) не является несовершеннолетним (не- P)».

Таким образом, из утвердительного суждения «есть P » мы получили отрицательное суждение «не есть не- P ». Заключение опирается на правило вывода: *двойное отрицание равносильно утверждению*.

Превращать можно общеутвердительные, общеотрицательные, частноутвердительные и частноотрицательные суждения.

Общеутвердительное суждение превращается в *общеотрицательное*. *Например*: «Любой автомобиль — колесная машина. Следовательно, ни один автомобиль не является бесколесной машиной».

Схема превращения суждения A :

Все S есть P . Ни одно S не есть не- P .

«*Общеотрицательное* суждение» превращается в «*общеутвердительное*». *Например*: «Ни одно магическое учение не является научным. Следовательно, всякое магическое учение является ненаучным».

Схема превращения суждения E :

Ни одно S не есть P . Все S есть не- P .

Частноутвердительное суждение превращается в *частноотрицательное*. *Например*: «Некоторые государства являются федеративными. Следовательно, некоторые государства не являются нефедеративными».

Схема превращения суждения *I*:

Некоторые *S* есть *P*. Некоторые *S* не есть не-*P*.

Частноотрицательное суждение превращается в частноутвердительное. Например: «Некоторые преступления не являются умышленными. Следовательно, некоторые преступления являются неумышленными».

Схема превращения суждения *O*:

Некоторые *S* не есть *P*. Некоторые *S* есть не-*P*.

2.3.2.2. Обращение

«Обращением» называется такое преобразование суждения, в результате которого субъект исходного суждения становится предикатом, а предикат — субъектом заключения,

«Предметом нового суждения» (заключения) становится, таким образом, предмет, выраженный не субъектом, а предикатом посылки.

«Обращение» подчиняется «правилу *распределенности терминов*», согласно которому *субъект* распределен в общих и не распределен в частных суждениях, *предикат* распределен в отрицательных и не распределен в утвердительных суждениях. В соответствии с этим «правилом» различают: простое (чистое) обращение и обращение с ограничением.

Простым называется обращение без изменения количества суждения. Так обращаются суждения, оба термина которых распределены или оба не распределены. Если же предикат исходного суждения не распределен, то он не может быть распределен и в заключении, где он является субъектом. Поэтому его объем ограничивается. Такое обращение называется «*обращением с ограничением*».

Общеутвердительное суждение обращается в частноутвердительное. Например: «Все студенты восьмой группы сдали экзамены. Следовательно, некоторые сдавшие экзамены — студенты восьмой группы».

В исходном суждении «Все студенты восьмой группы (*S*) сдали экзамены (*P*)» предикат не распределен. Обращая суждение, необходимо опираться на правило вывода: *термин, не распределенный в посылке, не может быть распределен и в заключении*. Поэтому, становясь субъектом выводного суждения, предикат также не может быть распределен, его объем ограничивается («некоторые сдавшие экзамены»).

Схема обращения суждения *A*:

Все *S* есть *P*. Некоторые *P* есть *S*.

Общеутвердительные выделяющие суждения (в которых предикат распределен) обращаются без ограничения по схеме:

Все S , и только S , есть P . Все P есть S .

Общеотрицательное суждение обращается в *общеотрицательное*.
Например: «Ни один студент восьмой группы не является неуспевающим. Следовательно, ни один неуспевающий не является студентом восьмой группы».

Схема обращения суждения *E*:

Ни одно S не есть P . Ни одно P не есть S .

Частноутвердительное суждение обращается в *частноутвердительное*.
Например: «Некоторые студенты восьмой группы — отличники. Следовательно, некоторые отличники — студенты восьмой группы».

Схема обращения суждения *I*:

Некоторые S есть P . Некоторые P есть S .

Частноутвердительные выделяющие суждения (предикат распределен) обращается в *общеутвердительное*.

Эти суждения обращаются по схеме:

Некоторые S , и только S , есть P . Некоторые P есть S .

Частноотрицательные суждения не обращаются.

2.3.2.3. Противопоставление

«Противопоставлением предикату» называется такое преобразование суждения, в результате которого субъектом становится понятие, противоречащее предикату, а предикатом — субъект исходного суждения.

Нетрудно проверить, что «противопоставление предикату» может рассматриваться как результат превращения и обращения: превращая исходное суждение $S - P$, устанавливаем отношение S к не- P ; суждение, полученное путем превращения, обращается, в результате устанавливается отношение не- P к S .

Заключение, полученное посредством «противопоставления предикату», зависит от количества и качества исходного суждения.

Общеутвердительное суждение преобразуется в *общеотрицательное*.
Например: «Все врачи имеют медицинское образование. Следовательно, ни один не имеющий медицинского образования не является врачом».

Схема «противопоставления предикату» суждения *A*:

Все S есть P . Ни одно не- P не есть S .

Общеотрицательное суждение преобразуется в *частноутвердительное*.
Например: «Ни одно промышленное предприятие нашего города

не является убыточным. Следовательно, некоторые неубыточные предприятия являются промышленными предприятиями нашего города.

Схема «противопоставления предикату» суждения *E*:

Ни одно *S* не есть *P*. Некоторые не-*P* есть *S*.

Частноутвердительные суждения посредством противопоставления предикату не преобразуются.

Частноотрицательные суждения посредством противопоставления предикату преобразуются в *частноутвердительные*. Например: «Некоторые свидетели не являются совершеннолетними. Следовательно, некоторые несовершеннолетние являются свидетелями».

Схема «противопоставления предикату» суждения *O*:

Некоторые *S* не есть *P*. Некоторые не-*P* есть *S*.

2.3.2.4. Умозаключение по «логическому квадрату»

Учитывая свойства отношений между категорическими суждениями *A*, *E*, *I*, *O*, которые иллюстрированы схемой «логического квадрата», можно строить выводы, устанавливая следование истинности или ложности одного суждения из истинности или ложности другого суждения.

В «логическом квадрате» (см. рис. 2.1) зафиксированы такие важнейшие отношения между суждениями, как: *логическое подчинение*, *противоположность* (контрарность), *субконтрарность*, *противоречие*. Непосредственные умозаключения возможны здесь потому, что между суждениями, находящимися в этих отношениях, существуют определенные зависимости по истинности и ложности. Учитывая, что каждое суждение (*A*, *E*, *I*, *O*) может находиться в трех отношениях с другими, можно сделать следующие выводы:

а) если истинно *общеутвердительное* суждение (*A*), например, «Все благородные мысли находят себе сочувствие», то:

- истинно и *частноутвердительное* суждение (*I*), например, «Некоторые благородные мысли находят себе сочувствие» (отношение подчинения);
- ложно *общеотрицательное* суждение (*E*), например, «Ни одна благородная мысль не находит себе сочувствия» (отношение противоположности);
- ложно *частноотрицательное* суждение (*O*), например, «Некоторые благородные мысли не находят себе сочувствия» (отношение противоречия);

б) если ложно *общеутвердительное суждение (А)*, например, «Все юристы имеют специальное высшее образование», то:

- истинно *частноотрицательное суждение (О)*, например, «Некоторые юристы не имеют высшего образования»;
- ложно неопределенное *общеотрицательное суждение (Е)*, например, «Ни один юрист не имеет высшего образования»;
- истинно *частноутвердительное суждение (I)*, например, «Некоторые юристы имеют высшее образование».

Непосредственные умозаключения могут быть получены также из *простых реляционных суждений*. Логическим основанием здесь служит характер отношения *R* между предметами *x* и *y*. Так, если установлено, что «Женщины равны в правах с мужчинами», то следовательно, можно заключить, что «Мужчины равны в правах с женщинами». Если известно, что «Конституционные законы приоритетнее остальных законов страны», то отсюда следует, что «Остальные законы страны не приоритетнее конституционных».

Посылкой непосредственного умозаключения может быть не только простое атрибутивное или реляционное, но и сложное суждение.

Например, из условного суждения (импликации) «Если завтра будет солнечная погода, то мы пойдем в лес» можно сделать заключение: «Если мы не пошли в лес, то погода не была солнечной».

Подобное умозаключение основано на законе *контрапозиции*, который означает, что любое истинное условное суждение, если в нем поменять местами основание и следствие и подвергнуть их одновременно отрицанию, может дать в качестве заключения тоже истинное условное суждение.

Непосредственное умозаключение можно сделать и из *конъюнкции*. Если истинно, что «Казань находится на Волге, и Саратов находится на Волге», то истинным будет и вывод «Саратов находится на Волге, и Казань находится на Волге».

Заключение из *нестрогой дизъюнкции*: например, если истинно, что «Производительность труда зависит от технического прогресса или от квалификации работника», то истинно и такое суждение: «Производительность труда зависит от квалификации работника или от технического прогресса».

В основе этих непосредственных умозаключений из конъюнкции и дизъюнкции лежит их свойство *коммутативности* (перестановки). Умозаключения можно делать также и из *строгой дизъюнкции* и *эквиваленции*. В любом случае благодаря непосредственному умозаключению можно из известного знания получать дополнительную информацию

о взаимоотношениях исходных суждений в сложных суждениях, а также структурных элементов мысли — S и P или x и y — в простых суждениях.

При этом, чтобы избегать ошибок в рассуждениях, важно соблюдались специфические правила таких умозаключений.

2.3.2.5. «Простой категорический силлогизм»

Широко распространенным видом *опосредствованных* умозаключений является «*простой категорический силлогизм*», заключение в котором получается из двух категорических суждений.

Например, из двух категорических суждений:

- «Республика в составе России (S) — суверенное государство (P)»;
- «Татарстан (S) — республика в составе России (P)»

можно сделать следующее заключение, которое представляет собой *категорическое суждение*:

«Татарстан (S) — суверенное государство (P)».

Таким образом, «простой категорический силлогизм» состоит из трех категорических суждений, два из которых являются посылками, а третье — заключением.

Расчленим суждения, из которых состоит силлогизм, на понятия. Этих понятий три, при этом каждое из них входит в состав двух суждений: «республика в составе России» — в 1-е (посылку) как субъект и во 2-е (посылку) как предикат; «суверенное государство» — в 1-е (посылку) и в 3-е (заключение) как их предикаты; «Татарстан» — во 2-е (посылку) и в 3-е (заключение) как их субъекты.

В отличие от терминов суждений — субъекта (S) и предиката (P) — понятия, входящие в состав силлогизма, называются *терминами силлогизма*. Различают меньший, больший и средний термины.

Меньшим термином силлогизма называется понятие, которое в заключении является *субъектом* (в нашем примере понятие «Татарстан»).

Большим термином силлогизма называется понятие, которое в заключении является *предикатом* (в нашем примере «суверенное государство»).

Меньший и больший термины называются «крайними» и обозначаются соответственно латинскими буквами S (меньший термин) и P (больший термин). Каждый из «крайних терминов» входит не только в заключение, но и в одну из посылок. Посылка, в которую входит меньший термин, называется *меньшей*, посылка, в которую входит больший термин, называется *большей* посылкой. В нашем примере большей посылкой будет первое суждение (1), меньшей — второе суждение (2).

Для того чтобы делать истинные и логически правильные выводы в простом категорическом силлогизме, необходимо соблюдать следующие правила.

2.3.2.6. Правила терминов

Правило 2.1. В силлогизме должно быть только три термина.

Вывод в силлогизме основан на отношении двух крайних терминов к среднему, потому в нем не может быть ни меньше, ни больше трех терминов. Нарушение этого правила связано с отождествлением разных понятий, которые принимаются за одно и рассматриваются как средний термин.

Эта ошибка основана на нарушении требований закона тождества и называется *учетверением* терминов. Нельзя, например, получить заключение из посылок: «Законы не создаются людьми» и «Закон — это нормативный правовой акт, принятый высшим органом государственной власти», т. е. вместо трех терминов мы имеем дело с четырьмя: в первой посылке имеются в виду объективные законы, существующие независимо от сознания людей, во второй — юридический закон, устанавливаемый государством. Это два разных понятия, которые не могут связать крайние термины.

Правило 2.2. Средний термин должен быть распределен хотя бы в одной из посылок.

Если средний термин не распределен ни в одной из посылок, то связь между крайними терминами остается неопределенной. Например, в посылках: «Некоторые юристы (M) — члены коллегии адвокатов (P)»; «Все сотрудники нашего института (S) — юристы (M)» — средний термин (M) согласно правилам распределенности терминов в суждениях в большей посылке не распределен, так как является субъектом частного суждения, но он не распределен и в меньшей посылке как предикат утвердительного суждения. Следовательно, средний термин не распределен ни в одной из посылок.

Правило 2.3. Термин, не распределенный в посылке, не может быть распределен и в заключении.

Например: «Государство (M) не будет существовать вечно ($P+$)». «Государство (M) — элемент надстройки ($S-$)». «Некоторые элементы надстройки ($S-$) не будут существовать вечно ($P+$)».

Меньший термин (S) не распределен в посылке (как предикат утвердительного суждения), потому он не распределен и в заключении (как субъект частного суждения). Делать вывод с распределенным субъектом в форме общего суждения («Ни один элемент надстройки не будет

существовать вечно») это правило запрещает. Ошибка, связанная с нарушением правила *распределенности крайних терминов*, называется незаконным расширением меньшего (или большего) термина.

2.3.2.7. Правила посылок

Правило 2.4. Хотя бы одна из посылок должна быть утвердительным суждением.

Из двух отрицательных посылок заключение с необходимостью не следует. Например, из посылок «Студенты нашего университета (M) не изучают высшую математику (P)», «Сотрудники НИИ (S) не являются студентами нашего университета (M)» нельзя получить необходимого заключения, т. к. оба крайних термина (S и P) исключаются из среднего. Поэтому средний термин не может установить определенного отношения между крайними терминами. В заключении меньший термин (S) может полностью или частично входить в объем большего термина (P) или полностью исключаться из него. В соответствии с этим возможны три случая:

- «Ни один сотрудник НИИ не изучает высшую математику»;
- «Некоторые сотрудники НИИ изучают высшую математику»;
- «Все сотрудники НИИ изучают высшую математику».

Правило 2.5. Если одна из посылок — отрицательное суждение, то и заключение должно быть отрицательным.

Например: «Судья, являющийся родственником потерпевшего (M), не может участвовать в рассмотрении дела (P). Судья Иванов (S) — родственник потерпевшего (M). Судья Иванов (S) не может участвовать в рассмотрении дела (P)».

Этот пример показывает, что в силлогизме с одной отрицательной посылкой средний термин исключается из объема крайнего термина (в данном случае — большего), поэтому объем крайнего термина, который входит в объем среднего, исключается из объема другого крайнего термина.

Правило 2.6. (производное правил 2.4, 2.5). Хотя бы одна из посылок должна быть общим суждением.

Из двух частных посылок заключение с необходимостью не следует.

Если обе посылки — частноутвердительные суждения (I), то вывод сделать нельзя согласно правилу 2.2: в частноутвердительном суждении ни субъект, ни предикат не распределены, поэтому и средний термин не распределен ни в одной из посылок.

Если обе посылки — частноотрицательные суждения (O), то вывод сделать нельзя согласно правилу 2.4.

Правило 2.7. (производное правил 2.4, 2.5): если одна из посылок — частное суждение, то и заключение должно быть частным.

Если одна посылка общеутвердительная, а другая — частноутвердительная, то в них распределен только один термин — субъект общеутвердительного суждения. Согласно правилу 2.2, это должен быть средний термин. Но в таком случае два крайних термина, в том числе меньший, не будут распределены. Поэтому в соответствии с правилом 2.3 меньший термин не будет распределен в заключении, которое будет частным суждением.

Например: «Все студенты нашего университета ($M+$) изучают логику ($P-$)». «Некоторые сотрудники милиции ($S-$) — студенты нашего университета ($M-$)». «Некоторые сотрудники милиции (S) изучают логику ($P-$)».

Простой категорический силлогизм имеет свои разновидности, которые называются *фигурами силлогизма*. Они различаются положением среднего термина (M) в посылках. Таких фигур четыре.

Первая фигура характеризуется тем, что средний термин занимает место субъекта в большей посылке и место предиката — в меньшей.

Пример: «Всякое преступление (M) есть правонарушение (P)». «Кража (S) есть преступление (M)». Следовательно, «кража (S) есть правонарушение (P)».

Вторая фигура характеризуется тем, что средний термин занимает место предиката в большей и меньшей посылках.

Пример: «Все юристы (P) знают логику (M)». «Павлов (S) не знает логики (M)». Следовательно, «Павлов (S) — не юрист (P)».

Третья фигура отличается тем, что средний термин занимает здесь место субъекта в большей и меньшей посылках.

Пример: «Все учебники (M) полезны (P)». «Все учебники (M) — книги (S)». Следовательно, «некоторые книги (S) полезны (P)».

Четвертая фигура характеризуется тем, что средний термин занимает здесь место предиката в большей посылке и место субъекта — в меньшей.

Пример: «Некоторые пенсионеры (P) — работающие (M)». «Все работающие (M) получают зарплату (S)». Следовательно, «некоторые получающие зарплату (S) — пенсионеры (P)».

Каждая фигура тоже имеет свои разновидности, которые называются *модусами* (от лат. *modus* — способ, образ). Они различаются количеством и качеством суждений, составляющих посылки. Каждая из посылок может быть: общеутвердительной (A), общеотрицательной (E), частноутвердительной (I) и частноотрицательной (O).

Умозаключения по *первой* фигуре — наиболее распространенная и богатая форма силлогизма, ее часто используют в юридической

практике, когда на основании общей нормы, юридического закона, статьи какого-либо кодекса (о труде, уголовного и др.) делается вывод о конкретном факте. Например: «Хищение в особо крупных размерах наказывается по статье... Данное хищение — хищение в особо крупном размере. Следовательно, оно наказывается по ст. 159 УК РФ».

Умозаключение по *второй* фигуре всегда носит отрицательный характер. Оно используется в тех случаях, когда частный случай не подходит под общее правило. Например, в юридической практике — когда требуется доказать чью-либо невиновность.

Умозаключение по *третьей* фигуре: меньшая посылка должна быть утвердительным суждением, заключение — частным. Третья фигура — сравнительно редкая в практике мышления.

Умозаключение по *четвертой* фигуре носит в значительной мере искусственный характер.

Рассмотренные выше качественные различия между фигурами силлогизма на самом деле относительны. При определенных условиях силлогизм одной фигуры может превращаться в силлогизм другой.

Особое значение имеет здесь логическая операция, которая называется «сведением всех фигур силлогизма к первой фигуре», т. к. она является наиболее употребительной и важной. Покажем это на примере силлогизма третьей фигуры: «Все учебники (*M*) полезны (*P*)». «Все учебники (*M*) — книги (*S*)». Следовательно, «некоторые книги (*S*) полезны (*P*)».

Подвергнем меньшую посылку операции обращения: «Все учебники — книги» — «Некоторые книги — учебники». В итоге получим то же самое заключение, но уже по первой фигуре:

«Все учебники (*M*) — полезны (*P*)».

«Некоторые книги (*S*) — учебники (*M*)».

Следовательно, «некоторые книги (*S*) полезны (*P*)».

2.3.3. «Индуктивные умозаключения»

Индукция — это метод рациональных суждений, позволяющий прийти к получению общего вывода на основании частных посылок (как бы «снизу вверх»).

2.3.3.1. Методы и виды «индукции»

«Индукция» является одним из широко применяющихся методов в научном исследовании. На основе сходных признаков и свойств у многих объектов, относящихся к одному классу, применение «метода индукции» позволяет сделать вывод о наличии этих признаков и свойств

у всех членов исследуемого класса. При этом «индукция» позволяет сделать только вероятные или правдоподобные заключения, которые нуждаются в дальнейшей проверке.

Рассмотрим два примера.

Пример 1. Аргентина является республикой; Бразилия — республика; Венесуэла — республика; Эквадор — республика.

Аргентина, Бразилия, Венесуэла, Эквадор — латиноамериканские государства.

На основании «метода индукции» мы можем сделать следующее умозаключение: все латиноамериканские государства являются республиками.

Пример 2. Италия — республика; Португалия — республика; Финляндия — республика; Франция — республика.

Италия, Португалия, Финляндия, Франция — западноевропейские страны.

«Индуктивное заключение»: все западноевропейские страны являются республиками.

Легко заметить, что в этих примерах был использован одинаковый «индуктивный подход», но заключение в первом примере является *истинным*, а во втором — *ложным*. Второй пример не учитывает наличия в Западной Европе стран с отличной от республики формой правления, оставшихся за рамками исходных предпосылок.

В «научной индукции» обычно выделяются следующие пять методов:

- метод *единственного сходства* (во всех случаях наблюдения какого-то явления обнаруживается лишь один общий фактор, все другие — различны; следовательно, этот единственный сходный фактор есть причина данного явления);
- метод *единственного различия* (если обстоятельства возникновения какого-то явления и обстоятельства, при которых оно не возникает, почти во всем сходны и различаются лишь одним фактором, присутствующим только в первом случае, то можно сделать вывод, что этот фактор и есть причина данного явления);
- соединенный метод *сходства и различия* (представляет собой комбинацию двух вышеуказанных методов);
- метод *сопутствующих изменений* (если определенные изменения одного явления всякий раз влекут за собой некоторые изменения в другом явлении, то отсюда вытекает вывод о причинной связи этих явлений);
- метод *остатков* (если сложное явление вызывается многофакторной причиной, причем некоторые из этих факторов известны

как причина какой-то части данного явления, то отсюда следует вывод: причина другой части явления — остальные факторы, входящие в общую причину этого явления).

Родоначальником «классического индуктивного метода познания» является Ф. Бэкон, который считал ее важнейшим методом открытия новых истин в науке, главным средством научного познания природы.

Однако методы «научной индукции» используются в основном для нахождения эмпирических зависимостей между экспериментально наблюдаемыми свойствами объектов и явлений. В них систематизированы простейшие формально-логические приемы, которые давно использовались учеными-естествоиспытателями в любом эмпирическом исследовании.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что, хотя «индукция» является одним из основных методов получения новых знаний посредством обобщения разрозненных эмпирических фактов и результатов опытов, от полноты анализируемой картины зависит вероятность правильности полученного в результате индуктивного мышления умозаключения.

В настоящее время различают два вида «индукции»: полную и неполную.

Полная индукция является заключением, полученным после анализа всех представителей исследуемого класса. Таким образом, если исследуемое множество состоит из объектов A_1, A_2, \dots, A_n и все $A_i, i=1, \dots, n$ обладают признаком P , то можно сделать верное индуктивное умозаключения, что все объекты класса A обладают признаком P .

В *неполной индукции* анализ ограничивается некоторыми представителями исследуемого класса. Например, если исследуемое множество состоит из объектов A_1, A_2, \dots, A_k и все $A_i, i=1, \dots, k; k < n$ обладают признаком P , то можно сделать вероятное индуктивное умозаключение, что все объекты класса A обладают признаком P .

Чем больше членов класса исследовано, тем более вероятна правильность «индуктивного умозаключения», но пока не будут исследованы все объекты класса, т. е. пока индукция не станет *полной*, мы не сможем получить 100-процентную вероятность правильности полученного в результате «индукции» умозаключения.

Также существуют различные способы выборки объектов исследуемого класса с целью получения большей степени правдоподобности умозаключения при меньшем, по сравнению с последовательной выборкой, количестве проведенных исследований представителей класса.

«Индукция» тесно связана с практикой и служит важным средством получения эмпирического, опытного знания. Именно в этом причина ее широкого использования в основанных на опыте естественных и социальных науках.

2.3.3.2. Происхождение, сущность и познавательное значение «индукции»

Индукция возникает в процессе практической деятельности людей из настоятельной потребности в *обобщении*, т. е. получении знаний о более или менее общих свойствах предметов и явлений окружающего мира. Объективную основу возникновения и существования индукции как особого типа умозаключения составляет, прежде всего, диалектика общего и отдельного в самой действительности. *Отдельное* не существует вне общего, а *общее* — вне отдельного. Отдельное связано с другого рода отдельным через общее. *Общее*, в свою очередь, проявляется лишь в отдельном, через отдельное. Это обстоятельство делает возможным познание общего на основе познания отдельного — конкретных единичных предметов.

«Индукция» позволяет исследовать объективные связи и отношения между предметами и явлениями, прежде всего, причинно-следственные. Сравнение и сопоставление отдельных предметов и явлений позволяет вскрывать в них общие связи и отношения, определять одно как причину, другое — как следствие, или наоборот.

Как тип умозаключения «индукция» существенно отличается от «дедукции», и в этом проявляется ее наиболее глубокая природа.

Если в «дедуктивных умозаключениях» мысль движется от более общего знания к менее общему, то в «индуктивных» — наоборот: от менее общего знания к более общему. В «дедукции» общее знание предполагается «готовым», существующим. В «индукции» раскрывается «механизм» его образования. Потому что если в «дедукции» общее знание служит исходным пунктом умозаключения, то в «индукции» оно выступает как результат.

Наиболее общее познавательное значение «индукции» состоит в том, что она дает новое знание — в виде более или менее существенных обобщений отдельных фактов в результате эмпирических наблюдений, экспериментов и др. Причем диапазон обобщений здесь весьма широк: от простейших, чисто эмпирических обобщений, которые делаются в процессе повседневной практической деятельности, до самых глубоких и общих — научного и философского характера.

Правда, если в «дедуктивных умозаключениях» при наличии истинных посылок и правильном строении вывод всегда достоверный,

то в «индуктивных умозаклечениях» он может быть как достоверным, так и *вероятным (правдоподобным)*. При этом степень вероятности может варьироваться от *маловероятных* до *почти достоверных*.

2.3.3.3. Структура «индуктивных умозаклечений»

В *«индуктивном умозаклечении»* исходные суждения, как и в дедукции, называются *посылками*. Разница, однако, в том, что в «дедукции» ими служат общие (или частные) суждения, а здесь характерны *единичные суждения*, т. к. в них выражено знание об отдельных предметах или группах.

Суждение, выведенное логическим путем из исходных, называется тоже «*заклечением*» (или *выводом*). Но существенное отличие состоит в том, что по своему характеру оно (заклечение) главным образом *общее* (хотя может быть и частным, о части предметов какого-либо класса), тогда как в дедукции оно может быть и частным, и единичным.

Логическим основанием вывода в «индуктивном умозаклечении» служит логическая связь между посылками и заклечением, в которой отражается объективная связь между отдельным и общим, причиной и следствием и др. и которая делает возможным перенос знания с отдельных предметов на классы или с менее общих классов на другие, более общие.

2.3.3.4. Единство «индукции» и «дедукции»

В системе умозаклечений «индукция» не стоит особняком. Она неразрывно связана с дедукцией. Эту связь можно выразить положением: «Нет дедукции без индукции, и наоборот, нет индукции без дедукции».

Действительно, если бы не было общих знаний, полученных «индуктивным способом», то были бы невозможными «дедуктивные умозаклечения», основанные на этих знаниях. В свою очередь, «дедуктивные умозаклечения», давая знания о частном и единичном, так или иначе, создают основу для дальнейшего индуктивного исследования отдельных предметов или их групп, а, следовательно, для получения нового общего знания. Более того, вне «дедуктивного знания» было бы невозможным объяснить самый процесс «индукции», ее механизм как логической формы.

Очевидно, что прогресс человеческих знаний немислим без тесного взаимодействия «индукции» и «дедукции». Как основные типы умозаклечения они оформлялись в процессе развития человеческого познания одновременно.

Основа этой одновременности в том, что отдельное не существует раньше общего, или наоборот; что связи и отношения не существуют раньше самих предметов, или наоборот.

Так же, как в «дедукции», *виды* «индукции» многообразны. Наиболее общими из них являются *полная* и *неполная* «индукция». В связи с тем, что любая «индукция» представляет собой обобщение, их различие обусловлено главным: изучены ли для этого обобщения элементы того или иного класса полностью или же частично.

Полная индукция — это умозаключение, в котором на основе принадлежности каждому элементу или каждой части класса определенного признака делают вывод о его принадлежности классу в целом.

«Индуктивные умозаключения» такого типа применяются лишь в тех случаях, когда имеют дело с закрытыми классами, число элементов в которых является конечным и легко обозримым. Например, число государств в Европе, количество промышленных предприятий в данном регионе, число субъектов федерации в данном государстве и др.

Схема умозаключения *полной* индукции имеет следующий вид:

Посылки:

- 1) S_1 имеет признак P ; S_2 имеет признак P ;...; S_n имеет признак P ;
- 2) $S_1, S_2, ..., S_n$ — составляют класс K .

Заключение: «Всем предметам класса K присущ признак P ».

Выраженная в посылках этого умозаключения информация о каждом элементе или каждой части класса служит показателем полноты исследования и достаточным основанием для логического переноса признака на весь класс. Тем самым вывод в умозаключении «полной индукции» носит демонстративный характер. Это означает, что при истинности посылок заключение в выводе будет необходимо истинным.

В *одних* случаях «полная индукция» дает утвердительные заключения, если в посылках фиксируется наличие определенного признака у каждого элемента или части класса. В *других* случаях в качестве заключения может выступать отрицательное суждение, если в посылках фиксируется отсутствие определенного признака у всех представителей класса.

Познавательная роль «умозаключения полной индукции» проявляется в формировании нового знания о классе или роде явлений. Логический перенос признака с отдельных предметов на класс в целом не является простым суммированием. Знание о классе или роде — это обобщение, представляющее собой новую ступень в развитии знания.

Например, при выявлении характера траектории, по которой движутся планеты вокруг Солнца, в астрономии первоначально было установлено, что Марс, Венера, Юпитер, Сатурн, Земля обращаются по эллиптическим орбитам. С открытием новых планет было установлено, что Уран, Нептун, Плутон и Меркурий обращаются по таким же

орбитам. В итоге в форме «полной индукции» было сделано обобщение, что все планеты Солнечной системы обращаются по эллиптическим орбитам.

Это новое знание имеет принципиально иное значение, нежели констатация факта движения каждой из планет по эллиптическим орбитам.

Во-первых, обобщающий вывод оказывает влияние на развитие понятия «планета Солнечной системы», т. к. в его содержание может быть включен новый признак — обращение планет вокруг Солнца по эллиптическим орбитам.

Во-вторых, этот признак может служить основой для выявления других существенных характеристик всего класса явлений, например, для решения вопроса о механизме возникновения планет Солнечной системы.

Демонстративность «полной индукции» позволяет использовать этот вид умозаключения в доказательном рассуждении. Так, в судебном разбирательстве нередко используются доказательные рассуждения в форме *полной индукции* с отрицательными заключениями. Например, исчерпывающим анализом различных способов и предметов следователь может исключить: определенный способ совершения преступления, способ проникновения злоумышленника к месту совершения преступления, тип используемого оружия и др.

Применимость «полной индукции» в рассуждениях строится на анализе множества явлений. Если невозможно охватить весь класс предметов, то обобщение строится в форме *неполной индукции*.

Неполная индукция — это умозаключение, в котором на основе принадлежности признака некоторым элементам или частям класса делают вывод о его принадлежности классу в целом.

Схема *умозаключения неполной индукции* имеет следующий вид:

Посылки:

- 1) S_1 имеет признак P ; S_2 имеет признак P ;...; S_k имеет признак P ;
- 2) $S_1, S_2, ..., S_k$ — составляют класс K .

Заключение: «Всем предметам класса K , по-видимому, присущ признак P ».

Обобщение в «неполной индукции» выражается в том, что исследуют не все, а лишь некоторые элементы множества явлений и предметов — от S_1 до S_k , при этом логический переход в «неполной индукции» от некоторых ко всем элементам или частям класса не является произвольным, а оправдывается объективной зависимостью между всеобщим характером признаков и устойчивой их повторяемостью в опыте для определенного класса явлений. Отсюда широкое использование «неполной индукции» в практике.

Так, например, при выпуске массовой продукции на производстве заключение о ее качестве принимается по выборочным партиям.

Для «неполной индукции» истинные посылки обеспечивают получение лишь проблематичного заключения, достоверность которого может колебаться от *маловероятной* до *правдоподобной*. Важное значение при этом имеет способ отбора исходного материала. По способу отбора различают два вида неполной индукции: популярную и научную индукцию.

Популярная индукция — это обобщение, в котором путем перечисления устанавливают принадлежность признака некоторым предметам или частям класса и на этой основе проблематично заключают о его принадлежности всему классу.

Например, издревле люди наблюдают устойчивую повторяемость многих явлений, что приводит к обобщениям, которые используются для объяснения наступивших и предсказания будущих событий и явлений: прогноза погоды, причин распространения болезней, состояния и прогноза криминогенной обстановки и др.

Именно «популярная индукция» (индукция через простое перечисление) и является логическим механизмом большинства таких обобщений.

Простейшие обобщения, построенные на повторяемости признаков, действительно отражают всеобщие свойства явлений. Такие обобщения также выполняют важную функцию направляющих начал в практической деятельности людей (успешное развитие сельского хозяйства, авиостроение, космонавтика, взаимодействие людей в обществе, борьба с преступностью и др.).

Эмпирические индуктивные обобщения часто используют в юридической практике при расследовании преступлений, касающихся поведения лиц, причастных к преступлению. Например, лица, совершившие преступления, стремятся скрыться от суда и следствия; угроза убийством часто приводится в исполнение; обнаружение похищенных вещей свидетельствует о причастности к преступлению и др. Такие опытные обобщения, или фактические презумпции, часто оказывают неоценимую помощь следствию несмотря на то, что они являются проблематичными суждениями.

Популярная индукция определяет первые шаги и в развитии научных знаний. Любая наука начинается с эмпирического исследования — наблюдения за соответствующими объектами с целью их описания, классификации, выявления устойчивых связей, отношений и зависимостей. Первые обобщения в науке обязаны простейшим индуктивным заключениям путем простого перечисления повторяющихся признаков. Они выполняют важную эвристическую функцию первоначальных

предположений, догадок и гипотетических объяснений, которые нуждаются в дальнейшей проверке и уточнении.

Обоснованность выводов в популярной индукции определяется главным образом *количественным показателем*: соотношением исследованного подмножества предметов ко всему классу. Чем ближе исследованный образец ко всему классу, тем вероятнее будет индуктивное обобщение, и наоборот, если исследуются лишь некоторые представители класса, не исключается возможность ошибочного обобщения.

Ошибочные заключения могут появиться при несоблюдении требований об учете противоречащих факторов, которые делают обобщение несостоятельным.

2.3.4. Умозаключение «по аналогии»

Одной из самых древних мыслительных операций является «аналогия». Уже в древности было замечено, что уподобляться друг другу, соответствовать и быть сходными по своим свойствам могут не только предметы, но и отношения между ними.

«Аналогия» возникает из объективного противоречия между потребностью познания человеком качественного многообразия мира и наличными знаниями о нем.

2.3.4.1. Виды аналогии

Аналогия — недедуктивное умозаключение, в котором суждение о принадлежности признака некоторому объекту выводится на основании его сходства с другим объектом. Процессу «анalogии» предшествует операция сравнения двух объектов, которая позволяет установить *сходства и различия* между ними. При этом требуются сходства по существенным признакам. Только в этом случае два объекта уподобляются.

Под «сходством» понимается отношение между объектами, состоящее в наличии у рассматриваемых объектов общих признаков. Чем больше у объектов общих признаков и чем более существенны эти признаки, тем более сходны эти объекты.

«Аналогия» представляет собой переход к знанию той же степени общности, т. е. от единичных суждений к единичным, от частных — к частным, от общих — к общим.

Основанием умозаключений «по аналогии» служит сходство (аналогия) предметов, их свойств и отношений.

Сходство предметов определяется *двумя факторами*: числом признаков, общих для этих предметов; степенью существенности этих

признаков. *Пример.* Рассмотрим такие известные нам предметы домашнего быта, как «стул» и «письменный стол». Они имеют много *общих признаков*: это предметы мебели; они могут быть изготовлены из одного и того же материала; они могут иметь четыре ножки; они всегда имеют плоскую горизонтальную поверхность и др.

Все эти признаки, кроме признака *«быть предметом мебели»*, являются *несущественными*. Вместе с тем «стул» и «письменный стол» отличаются своими *существенными* признаками:

- стул предназначен для сидения, стол — для письма;
- стул имеет спинку, стол не имеет и др.

Таким образом, стул и письменный стол сходны, по преимуществу, в *несущественных* признаках и различаются *существенными*. Следовательно, нельзя говорить о таком их сходстве, которое могло бы служить основанием выводов по аналогии.

«Заключения по аналогии» не являются достоверно истинными при истинности посылок, а только *вероятно истинными*. Вероятность истинности заключений «по аналогии» низка даже по сравнению с популярной индукцией. Поэтому в науке «аналогия» редко используется как средство обоснования или доказательства суждений.

Но «умозаключения по аналогии» играют важную эвристическую роль в научном познании. Они являются источником догадок и предположений и одним из основных способов формирования научных гипотез, которые затем проходят проверку более строгими дедуктивными и индуктивными методами. Помимо этого, *умозаключения по аналогии* — одна из составляющих метода моделирования, результаты которого всегда носят вероятный характер.

«Аналогия» не является произвольным логическим построением, в ее основе лежат объективные свойства и отношения предметов реального мира. Обнаружив сходство предметов в отдельных признаках, мы можем предполагать их сходство в целом.

Каждый конкретный предмет или явление, обладая множеством качеств и свойств, представляет собой не случайную комбинацию не имеющих внутренней связи признаков, а определенное единство. Качества и свойства предметов существуют не сами по себе, а лишь в силу существования других признаков. Каким бы ни был тот или иной признак, его существование всегда обусловлено другими сторонами предмета. Случайные для данного предмета признаки никогда не возникают самопроизвольно, их изменение всегда связано с изменением других его свойств и качеств или изменением внешних условий.

Например, если в конкретном государстве изменяется расстановка классовых сил, то это может повлечь за собой изменение классовой природы государства, его внутренней и внешней политики, государственного устройства, формы правления и др. Точно так же достаточно видоизменить один из физических признаков тела, как тотчас же это скажется на других его свойствах.

Объективная зависимость между признаками любого явления и служит той основой, множественное повторение которой в человеческой практике приводит к отражению и закреплению в мышлении особой логической фигуры — умозаключения по аналогии.

Логический переход от известного знания к новому в «умозаключении по аналогии» регулируется следующей аксиомой: *«если два единичных предмета сходны в определенных признаках, то они могут быть сходны и в других признаках, обнаруженных в одном из сравниваемых предметов»*.

Как и в любом умозаключении, в структуре аналогии выделяют следующие три элемента:

- *посылки* — известные суждения;
- *закключение* — новое суждение, полученное логическим путем из посылок;
- *вывод* — логический переход от посылок к заключению.

Каждый из элементов этой структуры имеет свою специфику.

Посылками в «умозаключении по аналогии» являются:

- суждение о сходстве двух предметов в ряде признаков;
- суждение о наличии у одного из сравниваемых и более изученного предмета еще некоторого признака.

Основанием аналогии, т. е. совокупностью необходимых условий для переноса информации с одного предмета на другой, является суждение о сходстве предметов в ряде признаков. Логической *связью* между посылками и заключением является перенос информации с более изученного предмета на менее изученный. *Заключением* в «умозаключении по аналогии» является суждение о наличии переносимого признака у менее изученного предмета.

В зависимости от характера признака, переносимого с одного предмета на другой, различают: «аналогию свойств» и «аналогию отношений».

Аналогия свойств — это «умозаключение по аналогии», в котором объектом уподобления являются два предмета, а переносимым признаком является свойство этих предметов.

Схематично «аналогию свойств» можно изобразить следующим образом:

«Предмет *A* имеет признаки *a, b, c*».

«Предмет *B* имеет признаки *a, b, c*».

«Предмет *A* имеет признак *d*».

«Вероятно, предмет *B* имеет признак *d*».

В этом случае предметы сравниваются по их свойствам. Правдоподобность заключения, основанного «на аналогии», как и «индукция», будет зависеть от: количества общих свойств, обнаруженных у сходных предметов; числа других различных свойств; характера выбираемых свойств (эти свойства выбраны предвзято или непредвзято); насколько существенны выбираемые свойства.

Пример 1. Когда-то посредством «умозаключения по аналогии» возникло предположение, что «на Марсе (*B*) есть жизнь (*d*)». Оно было сделано на основании сходства Марса (*B*) и Земли (*A*) по следующим признакам (свойствам):

- по размеру (*a*) этих планет;
- по наличию атмосферы (*b*) на обеих планетах;
- обе планеты являются остывшими (*c*) небесными телами;
- наличие на Земле (*A*) жизни (*d*).

В действительности эта аналогия оказалась несостоятельной.

Аналогия отношений — это «умозаключение по аналогии», в котором объектом уподобления являются отношения между двумя парами предметов, а переносимым признаком — свойства этих отношений.

Схематично «аналогию отношений» можно представить следующим образом:

«Предмет *A* подобен предмету *C*».

«Предмет *B* подобен предмету *D*».

«Между предметами *C* и *D* имеется отношение *R*».

«Вероятно, между предметами *A* и *B* имеется отношение *R*».

В «анalogии отношений» предметы могут быть и несходными, но отношения, которыми связаны эти предметы, являются подобными (аналогичными).

Пример 1. В модели строения атома, предложенной британским физиком Э. Резерфордом (1871–1937), вокруг ядра вращаются электроны; а в Солнечной системе — вокруг Солнца вращаются планеты. Отношения, описывающие взаимодействие между электронами и ядром, с одной стороны, и планетами и Солнцем, с другой стороны, — в чем-то подобны. И хотя планетарная модель оказалась весьма грубой и приближенной, она помогла понять и объяснить целый ряд экспериментальных результатов.

Пример 2. Наука бионика на основе аналогии отношений занимается изучением объектов и процессов живой природы с целью

использования полученных знаний в новейшей технике. Так, летучая мышь при полете безошибочно ориентируется в темноте, источая и улавливая ультразвуковые колебания. Ученые, используя этот принцип, создали радиолокаторы, обнаруживающие объекты и определяющие их местоположение в любых метеорологических условиях.

Пример 3. Медузы, воспринимая инфразвук с частотой 8–13 колебаний в секунду, заранее распознают приближение бури. На основе этого ученые создали электронный прибор, который предсказывает наступление шторма за 15 часов.

Степень правдоподобия «умозаключений по аналогии», в которых речь идет об отношениях, можно повысить, если эти отношения описаны математически точно, а при переносе их с модели на прототип соблюдаются *требования* теории подобия.

«Аналогия отношений» часто используется в искусстве как основа *метафоры*. Это связано с относительной независимостью этой аналогии от конкретной природы тех предметов, отношения которых рассматриваются.

Бывают случаи, когда сравнивают предметы совершенно различной природы. Тем не менее, в «анalogии» они уподобляются друг другу. Это значительно повышает образность нашего мышления, но и существенно снижает вероятность истинности заключений, полученных по такой аналогии.

В связи с этим «анalogии» часто делят на: буквальные и фигуральные аналогии.

Буквальная аналогия — умозаключение, основывающееся на сходстве отношений между предметами из одинаковых предметных областей.

Фигуральная аналогия — умозаключение, основывающееся на сходстве отношений между предметами из качественно отличных предметных областей, связь которых имеет только символическое значение.

Пример. «Фигуральной аналогией» является известное описание демократии: «Трудно определить, что такое демократия. Она подобна жирафу. Раз посмотришь — и уже больше ни с чем не перепутаешь».

По характеру выводного знания (по степени достоверности заключения) «анalogия» может быть: строгой, нестрогой и ложной.

Строгая (полная) аналогия — это умозаключение, в котором заключение аналогии является достоверным. Схематично «строгую аналогю» можно представить следующим образом:

«Предмет *A* имеет признаки *a, b, c*».

«Предмет *B* имеет признаки *a, b, c*».

«Предмет *A* имеет признак *d*».

«Вероятно, предмет B имеет признак d ».

«Из комплекса признаков a, b, c необходимо следует d ».

«Предмет B обязательно имеет признак d ».

В этой схеме A и B — сравниваемые предметы; a, b, c — сходные для обоих предметов признаки; d — признак, присущий A и в силу сходства между предметами переносимый на B .

Таким образом, строгая аналогия возможна в том случае, когда какие-то признаки сходства однозначно детерминируют переносимый признак.

Пример. Допустим, что установлен ряд сходств между льдом и железом, в числе которых кристалличность (a), и известно, что лед имеет определенную температуру плавления (b). Но сам признак кристалличности (a) вещества детерминирует у него определенную точку плавления (b). Тогда вывод о том, что и железо имеет определенную точку плавления, является достоверным. В то же время знание о том, что кристалличность вещества детерминирует у него определенную температуру плавления, может быть выражено в виде общего суждения: «Любое кристаллическое вещество имеет определенную температуру плавления». Если добавить к этому утверждение «Железо — кристаллическое вещество», то получится категорический силлогизм с заключением: «Железо имеет определенную температуру плавления». Но тогда аналогия железа со льдом оказывается вообще уже излишней.

«Строгая аналогия» часто применяется в науке. Для нее характерно то, что переносимый признак связан с другими, сходными признаками. «Строгая аналогия» дает достоверный вывод.

Нестрогая (слабая) аналогия — это умозаключение, в котором заключение аналогии является вероятным.

«Нестрогая (слабая) аналогия» имеет широкую область применения. Она используется там, где переносимый признак непосредственно не связан со сходным, но может иметь место. Данная форма аналогии дает вероятное, а иногда ложное знание. Если ложное суждение обозначить через 0, а истину через 1, то степень вероятности выводов нестрогой аналогии $P(a)$ лежит в интервале от 1 до 0, т. е. $0 \leq P(a) \leq 1$.

Примеры «нестрогой аналогии»:

- испытание модели корабля в бассейне и заключение, что настоящий корабль будет обладать теми же параметрами;
- испытание прочности моста на модели, затем построение настоящего моста.

При этом если все правила построения моста и испытание на модели строго выполнены, то этот способ приближается к «строгой аналогии».

Для повышения степени вероятности выводов по «нестрогой аналогии» следует выполнить ряд правил:

1. Число общих признаков должно быть возможно большим.
2. Необходимо учитывать степень существенности сходных признаков.
3. Общие признаки должны быть по возможности более разнородными.
4. Необходимо учитывать количество и существенность пунктов различия.
5. Переносимый признак должен быть того же типа, что и сходные признаки.

Ложная аналогия — это умозаключение, в котором заключение аналогии является ложным. «Ложная аналогия» может дать ложное заключение, т. е. стать ложной при нарушении перечисленных выше правил. Вероятность выводов по «ложной аналогии» равна нулю. «Ложные аналогии» иногда делаются умышленно, с целью запутывания противника, т. е. являются софистическим приемом, или делаются неумышленно, в результате незнания правил построения аналогий или отсутствия фактических знаний относительно предметов *A* и *B* и их свойств, на основании которых осуществляется аналогия.

Пример. Аналогия Марса с Землей в отношении возможной жизни на нем в результате полета космических кораблей к этой планете не подтвердилась. Признаков жизни там не обнаружено.

Еще одним примером «ложной аналогии» является «организмическая аналогия» английского философа и социолога Г. Спенсера (1820–1903), который выделял в обществе различные административные органы и приписывал им функции, аналогичные тем, которые возникают при разделении функций между органами живого тела.

На «ложных аналогиях» основаны суеверия, астрономические предсказания, приметы и др. Например, рассыпалась соль — к ссоре; найдена монета «решкой» вверх — к трате; разбитое зеркало — к несчастью и др.

Основными причинами ошибок выводов «по аналогии» являются:

- несущественность признаков, служащих основанием аналогии;
- отсутствие связи между признаками, служащими основанием аналогии, и переносимым признаком.

Пример: «Клайв Льюис (*A*) был британцем (*a*), христианином (*b*), литературоведом (*c*), профессором Оксфордского университета (*e*) и автором ученых трактатов (*l*)».

«Джон Толкиен (*B*) был британцем (*a*), христианином (*b*), литературоведом (*c*), профессором Оксфордского университета (*e*) и автором ученых трактатов (*l*)».

«Клайв Льюис (*A*) писал замечательные сказки (*d*)».

«Вероятно, Джон Толкиен (*B*) также писал замечательные сказки (*d*)».

Совершенно случайно вывод данной аналогии оказывается верным. Сама же приведенная аналогия несостоятельна, потому что, хотя признаки, входящие в основание этой аналогии, и являются существенными, они не имеют внутренней связи с переносимым признаком «писать замечательные сказки».

Чтобы повысить вероятность истинности заключений, полученных по аналогии, необходимо, чтобы:

- число общих для образца и субъекта аналогии признаков было как можно большим;
- признаки, служащие основанием аналогии, были *существенными* для сравниваемых предметов;
- общие признаки охватывали различные стороны сравниваемых предметов;
- переносимый признак принадлежал к тому же типу, что и признаки, составляющие основание аналогии, и был связанным с ними;
- учитывалось, наряду со сходством предметов, их *различие*.

Нередки случаи, когда одно какое-либо различие указывает на неправомерность аналогии, несмотря на все множество сходств. Вывод по аналогии без учета хотя бы уже известных различий между соответствующими предметами нельзя даже считать логически корректным.

Пример. Между Землей и Луной существует множество сходных признаков, однако отсутствие у Луны атмосферы не позволяет на основе аналогии с Землей делать заключение о наличии на Луне жизни.

Выполнение этих требований повышает вероятность заключения аналогии, но не делает его достоверным.

Основными функциями в «анalogии» являются следующие:

- *эвристическая* — аналогия позволяет открывать новые факты (например, открытие гелия);
- *объясняющая* — аналогия служит средством объяснения явления (планетарная модель атома);
- *доказательная* — очевидно, что доказательная функция у «нестрогой аналогии» слабая, однако строгая аналогия может выступать в качестве доказательства или же в качестве аргументации, близкой к доказательству;
- *гносеологическая* — аналогия выступает в качестве средства познания.

2.3.4.2. Значение аналогии в юриспруденции

Аналогия находит широкое применение в различных областях науки, в том числе и в юриспруденции, например, в процессе судебного следствия. К ней обращаются в случаях правовой оценки, а также в процессе расследования конкретных дел.

Аналогия по правовой оценке деяний. С логической точки зрения юридическая оценка деяния протекает, как правило, в форме силлогизма, где большей посылкой выступает определенная *норма права*, а меньшей — знание о конкретном факте. Наряду с этим в отдельных правовых системах допускается правовая оценка деяний по *анalogии закона* или по *прецеденту*. Очевидно, что практически трудно, а может быть и невозможно в законе перечислить все существующие и могущие возникнуть в будущем конкретные виды правоотношений. В этой ситуации законодатель предоставляет суду право оценивать непредусмотренные законом случаи по нормам, которые регулируют сходные отношения или деяния. В этом и состоит суть аналогии закона.

Аналогия в исследовании фактических обстоятельств дела. В процессе расследования преступлений и судья, и следователь используют не только общие знания, полученные наукой и практикой, но часто обращаются и к своему личному опыту.

Пример. По делу о хищении ценностей следователь обратил внимание на способ проникновения преступника в квартиру: запертая дверь отжималась ломиком, который оставлял на дереве отчетливые следы раздвоенного конца. Хищение было совершено ночью, преступники успели скрыться, и расследование по делу было приостановлено.

Расследование, проведенное этим следователем через три месяца по другому делу о хищении, участники которого вскоре были задержаны, показало, оба этих хищения были сходны как по способу проникновения к месту хищения, так и по использованию орудия взлома. Это натолкнуло следователя на мысль о том, что оба преступления совершены одной и той же группой лиц. Дальнейшая проверка подтвердила это предположение.

В приведенном примере вывод о новых признаках, полученный по форме простой аналогии, посредством уподобления сходных явлений, носил лишь вероятный характер и мог быть чисто случайным. Несмотря на это, вывод по аналогии в приведенном примере помог выдвижению правильных версий, с помощью которых были изобличены действительные преступники.

2.4. «Гипотеза» как начальный этап теории

Гипотеза (от др. греч. *υποθεσις* — предположение, догадка) — это связующее звено между знанием и незнанием о событиях, фактах. Анализируя и сопоставляя накопленные данные, ученый нередко пользуется допущениями и предположениями, высказывает оригинальные суждения. Гипотеза считается научной, если она удовлетворяет научному методу, т. е. может быть проверена экспериментом.

По словам И. Канта, «гипотезу нельзя расценивать как некую мечту, она есть мнение о действительном положении вещей, выработанное под строгим контролем разума». В своем трактате «Логика» он писал, что «прежде чем нечто принимать и утверждать, приходится иметь мнение, но при этом следует остерегаться того, чтобы принимать мнение за что-либо большее, чем простое мнение. С мнения по большей части начинается всякое познание. Иногда мы имеем лишь смутное предчувствие истины, вещь кажется нам имеющей признаки истины; мы уже догадываемся об ее истинности раньше, чем познаем ее с определенной достоверностью»¹.

Без гипотез, строго аргументированных точек зрения, правдоподобных предположений и догадок не обходится научное мышление. «Догадка предшествует доказательству», утверждал великий французский математик А. Пуанкаре². Чтобы быть научной, гипотеза должна быть проверяемой. Логические суждения обосновываются экспериментом и результатами практических наблюдений. «Научный эксперимент — верховный судья истины, он устанавливает факты. Эксперимент испытывает предсказания теории на прочность. Если убедительно построенная теория противоречит установленным фактам, возникает научный парадокс, происходит скачок в развитии науки».

Известный советский ученый, физик-теоретик А. Б. Мигдал так определил путь научного познания³: «Эксперимент, теория, правдоподобные предположения, гипотезы — новый эксперимент, уточнение, проверка границ применимости теории, интуиция, озарение — скачок — новая теория, новые гипотезы — и снова эксперимент...».

2.4.1. Понятие «гипотезы»

Достоверному познанию в научной или практической области всегда предшествует рациональное осмысление и оценка доставляемого наблюдением фактического материала. Эта мыслительная деятельность

¹ Кант И. Логика. Трактаты и письма. М.: Мысль, 1980. С. 331–334.

² Пуанкаре А., Кутюра Л. Математика и логика. М.: ЛКИ, 2010.

³ Мигдал А. Б. Поиски истины. М.: Молодая гвардия, 1983.

сопровождается построением различного рода догадок и предположительных объяснений, наблюдаемых явлений. Вначале они носят проблематичный характер. Дальнейшее исследование вносит поправки в эти объяснения. В итоге наука и практика преодолевают многочисленные отклонения, заблуждения и противоречия и достигают объективно истинных результатов.

Решающим звеном в познавательной цепочке, обеспечивающей становление нового знания, является гипотеза.

Гипотеза — это форма развития знаний, представляющая собой обоснованное предположение, выдвигаемое с целью выяснения свойств и причин исследуемых явлений.

Важнейшими в определении являются следующие характерные черты «гипотезы».

1. Гипотеза — это необходимый компонент любого познавательного процесса.

Там, где есть поиск новых идей или фактов, закономерных связей или причинных зависимостей, там всегда присутствует гипотеза. Она выступает связующим звеном между ранее достигнутым знанием и новыми истинами и одновременно познавательным средством, регулирующим логический переход от прежнего, неполного и неточного знания к новому, более полному и более точному. Таким образом, внутренне присущее процессу познания развитие предопределяет функционирование в мышлении гипотезы в качестве необходимой и всеобщей формы такого развития.

Построение гипотезы всегда сопровождается выдвижением предположения о природе исследуемых явлений, которое является логической сердцевинной гипотезы и формулируется в виде отдельного суждения или системы взаимосвязанных суждений о свойствах единичных фактов или закономерных связях явлений.

То, что Земля имеет шарообразную форму, — это, конечно, факт. Тем не менее, это ненаблюдаемый факт, и никто непосредственно не наблюдал нашей планеты, а только ее часть. К заключению о шарообразности Земли люди пришли, заметив, что при лунных затмениях Земля отбрасывает тень, имеющую форму круга. На мысль о сферичности земной поверхности наводил и повседневный опыт мореплавателей: известно, что когда вдаль показывается корабль, то сначала из-за горизонта появляются верхние концы мачт и лишь затем расположенные ниже реи и прочие детали судна. Позже это предположение было обосновано неизвестными наблюдениями и измерениями, в частности, кругосветными путешествиями и астрономическими открытиями. Таким образом,

утверждение о шарообразности Земли является в принципе предположением или гипотезой.

2. *Гипотеза является незавершенным этапом на пути к истине, поскольку дает лишь вероятное знание.*

Чтобы превратиться в достоверное знание, предположение подлжет научной и практической проверке, протекающей с использованием различных логических приемов, операций и форм вывода. Процесс проверки гипотезы приводит в итоге к опровержению либо подтверждению и дальнейшему ее доказательству.

Итак, гипотеза всегда содержит в себе нуждающееся в проверке вероятное знание. Доказанное же на ее основе *положение* уже не является собственно гипотезой, ибо содержит проверенное и не вызывающее сомнений истинное знание.

Возникающее при построении гипотезы предположение рождается в результате анализа фактического материала, на базе обобщения многочисленных наблюдений. Важную роль в возникновении плодотворной гипотезы играет интуиция, творческие способности и фантазия исследователя. Однако научная гипотеза — это не просто догадка, фантазия или допущение, а опирающееся на конкретные материалы рационально обоснованное, а не интуитивно и подсознательно принятое предположение.

Отмеченные особенности дают возможность более четко определить существенные черты «гипотезы». Любая гипотеза имеет исходные данные, или *основания*, и конечный результат — *предположение*. Она включает также логическую обработку исходных данных и переход к предположению. Завершающий этап познания — *проверка* гипотезы, превращающая предположение в достоверное знание или опровергающая его.

2.4.2. Виды «гипотез»

С точки зрения познавательных функций и объекта исследования среди многих видов гипотез наиболее важными являются следующие их разновидности.

Описательные гипотезы — это предположения о присущих исследуемому объекту свойствах.

Они обычно отвечают на вопрос: «Что представляет собою данный предмет?» или «Какими свойствами обладает данный предмет?».

«Описательные гипотезы» могут выдвигаться с целью выявления состава или структуры объекта, раскрытия механизма или процедурных

особенностей его деятельности, определения функциональных характеристик объекта. Например, возникшая в теории физики гипотеза о волновом распространении света была гипотезой о механизме светового движения. Предположение химиков о компонентах и атомах цепочек нового полимера относится к гипотезам о составе и структуре. Гипотеза политолога или юриста, предсказывающая ближайший или отдаленный социальный эффект принятого нового пакета законоположений, относится к функциональным предположениям. Особое место среди «описательных гипотез» занимают гипотезы о существовании какого-либо объекта, которые называют экзистенциальными гипотезами. Примером такой гипотезы может служить предположение о некогда совместном существовании материка западного (Америка) и восточного (Европа и Африка) полушарий. Такой же будет и гипотеза о существовании Атлантиды.

Объяснительные гипотезы — это предположения о причинах возникновения объекта исследований. Такие гипотезы обычно выясняют: «Почему произошло данное событие?» или «Каковы причины появления данного предмета?». Примеры таких гипотез: гипотеза о Тунгусском метеорите; гипотеза о появлении ледниковых периодов на Земле; предположения о причинах вымирания животных в различные геологические эпохи; гипотезы о побудительных причинах и мотивах совершения обвиняемым конкретного преступления и др.

История науки показывает, что в процессе развития знаний вначале возникают «экзистенциальные гипотезы», выясняющие факт существования конкретных объектов. Затем возникают «описательные гипотезы», выясняющие свойства этих объектов. Последняя ступень — построение «объяснительных гипотез», раскрывающих механизм и причины возникновения исследуемых объектов. Последовательное усложнение гипотез в процессе познания — о существовании, о свойствах, о причинах — отражение присущей процессу познания диалектики: от простого — к сложному, от внешнего — к внутреннему; от явления — к сущности.

В зависимости от степени общности научные гипотезы можно разделить на: общие, частные и единичные.

Общей гипотезой называют обоснованное предположение о закономерных связях в природе и обществе и об эмпирических регулярностях, а также закономерностях психической деятельности человека.

Общие гипотезы выдвигаются с целью объяснения всего класса описываемых явлений, выведения закономерного характера их взаимосвязей во всякое время и в любом месте. Общие гипотезы выполняют роль строительного леса в развитии научных знаний. Будучи доказанными,

они становятся научными теориями и являются ценным вкладом в развитие научных знаний. Примером «общей гипотезы» является гипотеза Демокрита об атомистическом строении вещества, которая впоследствии превратилась в научную теорию. Другой пример — гипотезы об органическом или неорганическом происхождении нефти и др.

В случае подтверждения «общая гипотеза» становится научной теорией.

Частной гипотезой называют обоснованное предположение о происхождении и свойствах единичных фактов, конкретных событий и явлений. Если единичное обстоятельство послужило причиной возникновения других фактов и если оно недоступно непосредственному восприятию, то познание его принимает форму гипотезы о существовании или о свойствах этого обстоятельства. Например, археолог выдвигает гипотезу о времени происхождения и принадлежности обнаруженных при раскопках предметов. Историк строит гипотезу о взаимосвязи между конкретными историческими событиями или действиями отдельных лиц.

Частная гипотеза в следственной работе юриста также является предположением, ибо здесь приходится умозаключать о единичных событиях, поступках отдельных людей, отдельных фактах и их связи с преступным деянием.

Единичная гипотеза — научно обоснованное предположение о причинах, происхождении и взаимосвязях единичных фактов, конкретных событий или явлений.

Врач строит единичные гипотезы в ходе лечения конкретного больного, подбирая для него индивидуально медикаменты и их дозировку.

В ходе доказательства общей, частной и единичной гипотезы люди строят рабочие гипотезы.

Рабочая гипотеза — это предварительное предположение, которое служит условным допущением, позволяющим сгруппировать результаты наблюдений и дать им первоначальное объяснение.

Для исследователя чрезвычайно важно систематизировать имеющиеся фактические данные в самом начале расследования, рационально отобрать их и наметить пути дальнейших поисков. «Рабочая гипотеза» как раз и выполняет в процессе исследования функцию первого систематизатора. Рабочая гипотеза может превратиться в устойчивую плодотворную гипотезу, или она может быть заменена другими гипотезами, если будет установлена ее несовместимость с новыми фактами.

Недоказанная и неопровергнутая гипотеза называется *открытой проблемой*.

2.4.3. Версии

В следственной и судебной практике при объяснении отдельных фактов или совокупности обстоятельств часто выдвигают ряд гипотез, по-разному объясняющих эти факты. Такие гипотезы называют *версиями* (от лат. *versio* — оборот).

Версия в судопроизводстве — одна из возможных гипотез, объясняющих происхождение или свойства отдельных юридически значимых обстоятельств или преступления в целом. При расследовании уголовных преступлений и судебном разбирательстве строят различные по содержанию и охвату обстоятельств версии. Среди них различают: общие и частные версии.

Общая версия — это предположение, объясняющее все преступления в целом как единую систему конкретных обстоятельств. Она отвечает не на один, а на множество взаимосвязанных вопросов, выясняя всю совокупность юридически значимых обстоятельств дела. Важнейшими среди этих вопросов будут следующие: «Какое преступление совершено? Кто его совершил? Где, когда, при каких обстоятельствах, каким способом оно совершено? Каковы цели, мотивы преступления, вина преступника?». Неизвестной реальной причиной, по поводу которой создается версия, выступает не принцип развития или объективная закономерность, а конкретная совокупность фактических обстоятельств, из которых складывается единичное преступное событие. Освещая все подлежащие выяснению в суде вопросы, такая версия носит черты общего суммирующего предположения, объясняющего все преступления в целом.

Частная версия — это предположение, объясняющее отдельные обстоятельства рассматриваемого преступления. Будучи неизвестным или малоизвестным, каждое из обстоятельств может быть предметом самостоятельного исследования. По поводу каждого из них также создаются версии, объясняющие особенности и происхождение этих обстоятельств.

Примерами частных версий могут быть следующие предположения: о местонахождении похищенных вещей или о местонахождении преступника; о соучастниках деяния; о способе проникновения преступника к месту совершения деяния; о мотивах совершения преступления и многие другие.

Частные и общие версии тесно взаимосвязаны друг с другом в процессе расследования. Знания, полученные с помощью частных версий, служат основой для построения, конкретизации и уточнения общей

версии, объясняющей преступное деяние в целом. В свою очередь, общая версия дает возможность наметить основные направления частных версий по поводу еще не выявленных обстоятельств дела.

2.4.4. Построение гипотезы

Гипотезы строятся тогда, когда возникает потребность объяснить ряд новых фактов, которые не укладываются в рамки известных ранее научных теорий или других их объяснений.

Вначале производится анализ каждого отдельного факта, затем анализ их совокупности. Чтобы подкрепить выдвигаемую гипотезу, проводят дополнительные научные эксперименты или эксперименты в ходе следственной практики. Следующей задачей является синтез фактов и формулировка гипотезы. Гипотеза не должна противоречить ранее открытым и подтвержденным практикой научным законам и теориям. Могут быть выдвинуты конкурирующие гипотезы, которые по-разному объясняют одно и то же явление.

При построении гипотезы надо учитывать и требование, чтобы гипотеза объясняла наибольшее количество фактов, которые подвергались анализу, а также была по возможности простой по форме их обоснования.

В процессе построения и подтверждения гипотеза проходит три следующих основных этапа:

Этап 1. Анализ фактов.

В процессе построения версии, чтобы уяснить характер преступного деяния и лиц, виновных в его совершении, необходимо аналитически исследовать имеющийся фактический материал.

Анализ — это мыслительное расчленение сложного явления на составляющие и последовательное их изучение. Цель анализа — выделить среди множества фактических обстоятельств $\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ такие, которые прямо или косвенно, явно или неявно, близко или отдаленно связаны с преступным событием. Исходный фактический материал обнаруживают в процессе производства осмотров и обысков, при ознакомлении с документами, при допросах свидетелей и обвиняемых.

Например, при осмотре места происшествия фиксируют следы ног, отпечатки пальцев, следы повреждений, возможные орудия преступления, забытые вещи. Не оставляют без внимания такие предметы, которые первоначально кажутся не связанными с исследуемым событием, вроде кусочков бумаги, окурков и др., но которые впоследствии помогут восполнить картину преступления.

В процессе анализа важно выявить у различных фактических обстоятельств нечто общее, а именно наличие их связи с преступлением. При этом учитывают, что общий для многих фактов признак — связь каждого из них с искомым событием — проявляется каждый раз в специфической форме в зависимости от особенностей каждого конкретного дела.

Связь отдельных фактов с событием преступления устанавливается логическим способом. Задача эта не является простой. Успешное решение ее, помимо знания техники, тактики и методики оперативной и следственной работы, предполагает также овладение искусством системного логического анализа¹.

Умозаключения, с помощью которых анализируют факты, зависят как от особенностей самих фактов, так и от характера ранее приобретенных знаний. Если следователь прибегает к общим знаниям, его вывод протекает в форме «дедуктивных умозаключений». В качестве исходных посылок таких силлогизмов выступают либо проверенные наукой положения, либо полученные в судебно-следственной практике эмпирические обобщения. В процессе анализа используют также информацию о единичных случаях и фактах, которые встречались при расследовании других дел, т. е. строят «умозаключение по аналогии», уподобляя одно единичное явление другому.

Анализ фактов может протекать и в форме *индукции*. Например, по сходным особенностям почерков в ряде анонимных клеветнических письменных заявлений следователь сделал предположительный обобщающий вывод о том, что все они написаны одним и тем же лицом. Это предположение в дальнейшем подтвердилось. В итоге анализ позволяет выделить из множества исходных обстоятельств $\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ конкретные факты $\{f_e, f_p, \dots, f_k\}$, прямо или косвенно указывающие на искомое событие.

Обобщение на этом уровне решает важную задачу *относимости* доказательственного материала: из множества исследованных фактов отбирают лишь такие, которые дают основание для предположения об их связи с преступлением.

Этап 2. Синтез фактов.

Новый шаг в логической обработке фактов — это *синтез*, т. е. мысленное объединение аналитически выделенных признаков в единстве, при отвлечении от признаков случайных. Расследование преступлений требует развитого аналитико-синтезирующего мышления, умения правильно связывать факты, выявлять среди них особенное, специфическое.

¹ Королев В. Т., Ловцов Д. А., Радионов В. В. Формальная и псевдоформальная логика: Учебно-метод. комплекс. М.: РГУП, 2015.

Обнаружение зависимости между фактами, направления и последовательности этой зависимости позволяют восстановить всю цепь причинной связи, познать те факты, которые лежат в начале этой цепи и которые обусловили появление всех других обстоятельств. Синтез фактических данных в единую систему является основной предпосылкой построения гипотезы или версии.

Так, например, каждое уголовное дело, наряду с общими чертами, представляет собой неповторимое стечение обстоятельств. Анализ и синтез предполагают выявление индивидуального характера связей между ними. Нередко он проявляется в необычном характере самих фактов для данных условий, места и времени либо в неповторимом характере отдельных действий и обстоятельств. Такого рода факты и отношения могут послужить ключом к построению плодотворной версии об обстоятельствах преступления или версии о личности преступника.

Еще один пример: в одном деле важной особенностью для розыска преступника послужили отпечатки его ног, по которым можно было определить, что преступник хромот, ибо разворот следа правой ноги был значительно больше разворота левой. Свидетельскими показаниями было установлено, что потерпевшего видели в обществе хромого мужчины. Эти приметы помогли задержать преступника.

Роль специфического признака могут выполнять особенности в действиях преступника, его поведение, а также принадлежавшие ему вещи. Чаще всего *особенное* не лежит на поверхности явлений, а проявляется в особом характере отношений и связей между многочисленными и разнородными обстоятельствами дела. В этих случаях судья и следователь, сопоставляя и связывая отдельные факты, уподобляются археологу, восстанавливающему разбитую вазу или статую из отдельных подходящих друг к другу кусочков.

Этап 3. Выдвижение предположения.

Логический механизм выдвижения предположения на основе *анализа* и *синтеза* сводится к следующему. Исходный фактический материал $\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ анализируют в свете научных и практических обобщений, отделяют существенное от несущественного и синтезируют относящиеся к делу факты в непротиворечивое множество $\{f_e, f_p, \dots, f_k\}$. Оно выполняет роль эмпирического базиса, который вместе с предшествующими обобщениями (G) служит предпосылкой для вероятного заключения о возможной причине H , объясняющей происхождение этих фактов.

Посылки:

1. $G, \{f_1, f_2, \dots, f_n\}, H$.

2. $\{f_e, f_p, \dots, f_k\}$.

Заключение: «По-видимому, H ».

Проблематичность заключения объясняется тем, что H лишь частично выводимо из посылок. Недостаточная обоснованность означает, что при истинности посылок заключение может быть как истинным, так и ложным. Степень вероятности гипотезы определяется при этом степенью ее содержательной обоснованности фактами — $P(H/F)$, где P — вероятное значение, H — гипотеза; F — эмпирические основания гипотезы.

В судебном исследовании, где строятся версии о единичных событиях, их вероятность не может выражаться числом, а принимает обычно нечеткие значения: «весьма вероятно», «более вероятно», «равновероятно», «маловероятно» и др.

Интерес представляют еще два дополнительных этапа построения и подтверждения гипотезы:

Этап 4. Сопоставление выведенных из гипотезы следствий с имеющимися наблюдениями, результатами экспериментов, с научными законами.

Этап 5. Превращение гипотезы в достоверное знание или в научную теорию, если подтверждаются все выведенные из гипотезы следствия и не возникает противоречия с ранее известными законами науки.

Важным условием построения продуктивной гипотезы в процессе реализации конкретной научно-исследовательской работы является соблюдение принципа объективности исследования. Применительно к построению гипотезы этот принцип истолковывается в двух аспектах: психологическом и логико-методологическом.

В психологическом аспекте объективность означает отсутствие предвзятости, когда исследователь руководствуется интересами установления истины, а не своими субъективными склонностями, предпочтениями и желаниями.

Плохо, когда гипотезу или версию отстаивают потому, что она «своя», а не потому, что она наиболее правдоподобна или вероятна. Рациональный, объективный поход подменяют в этом случае субъективно-психологическим.

В логико-методологическом аспекте объективность означает всесторонность исследования с целью установления истины.

Во-первых, при выдвижении гипотезы или версии должен учитываться весь исходный эмпирический материал. Гипотеза (версия) должна дать рациональное объяснение всем собранным фактам, не допуская никаких исключений. Если версия строится с учетом лишь части фактов, главным образом согласующихся с выдвинутым предположением, и противоречит другим, то она не может считаться надежной. Будучи односторонней, а значит необъективной, такая гипотеза обычно уводит следствие в сторону от истины.

Во-вторых, всесторонность требует построения всех возможных в конкретных условиях версий. Это требование диктует применение широко известного в науке метода «множественных гипотез». Поскольку первичный материал в любой эмпирическом исследовании, как правило, бывает неполным, он тем самым дает представление лишь об отдельных звеньях, отдельных зависимостях между явлениями. Чтобы выявить всю цепь взаимосвязей, необходимо предположить все возможные объяснения, т. е. построить ряд версий, по-разному объясняющих неизвестные обстоятельства преступления.

Построить наиболее правдоподобную версию, игнорируя другие, значит, подойти к делу односторонне. Это грозит тем, что следователь попадает в плен фактов, и если в одних случаях увлечение одной версией лишь задерживает расследование во времени, то в других это может привести к судебной ошибке.

2.4.5. Условия состоятельности гипотезы

Гипотеза в науке, как и версия в судебном исследовании, считается состоятельной, если удовлетворяет следующим логико-методологическим требованиям:

1. *Гипотеза должна быть непротиворечивой.*

Это означает, что предположение *H* не должно противоречить исходному эмпирическому базису, а также не должно содержать внутренних противоречий.

2. *Гипотеза должна быть принципиально проверяемой или должна допускать проверку фактами (для судебной версии).*

Принципиальная непроверяемость гипотезы обрекает ее на вечную проблематичность и делает невозможным превращение в достоверное знание. Гипотеза считается «состоятельной», если она эмпирически и творчески обоснована. Вероятность гипотезы зависит от степени ее обоснованности и определяется с помощью количественных или качественных оценочных стандартов.

Познавательная (эвристическая) ценность гипотезы определяется ее информированностью, которая выражается в предсказательной и объяснительной силе гипотезы, т. е. в ее способности предсказать новые, еще неизвестные факты и давать им рациональное объяснение.

Степень обоснованности гипотезы можно выразить в терминах *логической вероятности* $P(H)$, которая принимает условные числовые значения в интервале $0 \leq P(H) \leq 1$.

Если $P(H) = 1$, то гипотеза считается доказанной. Если $P(H) = 0$, то гипотеза считается опровергнутой. Если $P(H) \leq 1/2$, о гипотезе говорят как о маловероятной; при $P(H) = 1/2$ — как о равновероятной, при $P(H) \geq 2/3$ — как о высоковероятной.

Если из двух гипотез H_1 и H_2 первая является более вероятной, т. е. $P(H_1) \geq P(H_2)$, то она предпочтительнее второй, поскольку обладает большей конкурентоспособностью.

Если вероятность гипотезы H принимает значение $0 \leq P(H) \leq 1$, то вероятность противоречащей ей гипотезы $\neg H$ имеет значение $P(\neg H) = 1 - P(H)$.

Отсюда следует, что вероятность всех альтернативных гипотез H_1, H_2, H_3 в сумме равна 1, т. е. $P(H_1) + P(H_2) + P(H_3) = 1$ при условии, что это множество гипотез закрытое, т. е. $\{H_1, H_2, H_3\}$.

2.4.6. Проверка гипотезы

Гипотеза или версия проверяется в два этапа: *первый* из них — дедуктивное выведение вытекающих из гипотезы следствий; *второй* — сопоставление следствий с фактами.

Этап 1. Дедуктивное выведение следствий.

Зная особенности гипотезы H , а также учитывая конкретные условия ее проявления, строят дедуктивный вывод: если предположено H , то с учетом обстоятельства дела G должны иметь место следствия S_1, S_2, \dots, S_n .

На схеме это выглядит так:

$$(G, H) (S_1, S_2, \dots, S_n).$$

Чтобы успешно провести гипотетико-дедуктивное выведение следствий, необходимо иметь достаточную информацию как о самой причине, так и о возможных в конкретных условиях места и времени действиях этой причины. Здесь следователь как раз и использует весь комплекс ранее приобретенных научных знаний в совокупности с обобщениями судебно-следственной практики и личными наблюдениями.

Ценность логической операции дедуктивного выведения следствий определяется тем, что она позволяет рационально, т. е. последовательно, планомерно и эффективно строить весь процесс расследования. Если первоначальное обобщение не отличается особой систематичностью и строгостью, то после построения версий и дедуктивного выведения следствий оно становится более методичным и систематизированным, ибо теперь решает задачу обнаружения не любых, а лишь тех фактов, которые вытекают из предположений. Версия в судебном исследовании

выполняет роль логической основы планирования оперативно-следственной работы.

Этап 2. Сопоставление следствий с фактами.

Данный этап проверки гипотезы или версии состоит в сопоставлении логически выведенных следствий с фактами с целью ее опровержения или подтверждения.

Опровержение версии протекает путем обнаружения фактов, противоречащих выведенным из нее следствиям. Если из версии H_1 были выведены следствия S_1, S_2, \dots, S_n , а при сопоставлении с фактами обнаружены обстоятельства a_1 и a_2 , которые противоречат таким следствиям, как S_1 и S_2 , то тем самым опровергается и само предположение.

Версия считается опровергнутой лишь в том случае, если несостоятельность достаточно обоснована. Это значит, что версию нельзя считать несостоятельной лишь на том основании, что вытекающие из нее следствия не подтверждаются обстоятельствами дела. Может случиться, что соответствующие факты просто не удалось обнаружить и зафиксировать.

Для опровержения версии необходимо, чтобы вытекающие из нее следствия не просто не совпали, а противоречили фактическим обстоятельствам дела. Только в этом случае имеется достаточное основание считать версию опровергнутой.

Среди различных способов и приемов, к которым прибегает следователь для опровержения версий, особое значение имеет *эмпирическая проверка* интересующих суд и следствие обстоятельств в виде следственного или судебного эксперимента. Практика дает многочисленные примеры, когда, воспроизводя обстановку происшествия, устанавливают невозможность наблюдать определенное событие с того места, о котором говорит свидетель, невозможность слышать разговор через дверь или стену либо слышать выстрел. В таких случаях доказывалась ложность показаний свидетеля или обвиняемого и, соответственно, опровергалась версия, опирающаяся на это показание.

Последовательное опровержение в процессе проверки первоначально выдвинутых, но оказавшихся несостоятельными версий протекает методом исключения в форме отрицающего-утверждающего модуса разделительно-категорического умозаключения.

Этап 3. Подтверждение версии.

Гипотеза или версия (H) подтверждается, если выведенные из нее следствия (S) совпадают с вновь обнаруженными фактами. Чем больше таких совпадений и чем разнообразнее следствия, тем вероятнее гипотеза.

Дедуктивно выведенные гипотезы следствия S_1, S_2, \dots, S_n вытекают из нее с логической необходимостью. Однако реальное обнаружение каждого из них расценивается в терминах вероятности. При этом вероятность каждого следствия должна быть выше вероятности самой гипотезы $P(S) > P(H)$, ибо только в таком случае можно повысить первоначальную вероятность гипотезы, обнаружив ее следствие. И действительно, нецелесообразно выводить из гипотезы следствия, вероятность которых равна вероятности самой гипотезы, т. е. когда $P(S) = P(H)$. Подтверждение таких следствий никак не влияет на вероятностное значение гипотезы. Еще менее рационально выводить следствия, вероятность которых ниже вероятности самой гипотезы $P(S) < P(H)$, ибо более вероятное нельзя подтвердить менее вероятным. Ничего не дают для подтверждения гипотезы следствия, вероятность которых равна 1, т. е. $P(S) = 1$. Эти следствия известны как достоверное знание независимо от гипотезы и до ее возникновения.

Вероятностный подход к вопросу о подтверждении гипотезы путем подтверждения вытекающих из нее следствий имеет важное эвристическое значение для судебно-следственной практики, т. к. показывает принципиальную тенденцию повышения вероятностного значения гипотез. Вместе с тем, сколь бы вероятной ни была судебная, следственная или оперативная версия, она не может служить основой для принятия правосудного решения по обвинению конкретных лиц в совершении тех или других преступлений.

2.4.7. Способы подтверждения и опровержения гипотез

Чтобы превратиться в достоверное знание, предположение должно подвергнуться научной и практической проверке. Протекающий с использованием различных логических приемов, операций и форм вывода процесс проверки гипотезы приводит в итоге к опровержению либо подтверждению и дальнейшему доказательству.

Подтверждение гипотез. Самый действенный способ подтверждения гипотезы — обнаружение предполагаемого объекта, явления или свойства, которое служит причиной рассматриваемого явления.

Примерами могут служить открытие планеты Нептун, обнаружение ряда островов в Северном Ледовитом океане, открытие явлений искусственной радиоактивности, открытие алмазов в Якутии геологом М. Попугаевой и др.

В судебной практике большая роль принадлежит эксперименту, который проводится с целью подтверждения выдвинутых версий, объясняющих то или иное преступление.

Заключение в умозаключении от утверждения следствия к утверждению основания является вероятным. Но подтверждение гипотезы на основании верификации ее следствий осуществляется именно этим способом, поэтому надо брать всю совокупность взаимосвязанных следствий, и тогда гипотеза однозначно будет подтверждаться только данной совокупностью следствий, а потому заключение будет не вероятным, а достоверным, протекающим по формуле:

$$H \rightarrow (C_1, C_2, C_3, \dots, C_n),$$

где H — гипотеза; $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ — следствия, вытекающие из нее; « \rightarrow » — импликация от гипотезы к совокупности следствий.

Одним из косвенных способов подтверждения гипотезы является умозаключение по *разделительно-категорическому силлогизму* (отрицающе-утверждающему модусу). Структура его та же, что и при косвенном доказательстве.

«Явление A могло быть вызвано либо B , либо C , либо D ».

«Явление A не вызвано ни B , ни C ».

«Явление A вызвано D ».

Необходимо выполнить два условия: *во-первых*, перечислить все возможные гипотезы, причем дизъюнкция может быть как строгой, так и нестрогой; *во-вторых*, следуют опровергнуть все ложные гипотезы. Косвенный метод подтверждения гипотез может использоваться в следственной практике, давая достоверный вывод.

Опровержение гипотез. Опровержение гипотез осуществляется путем опровержения (фальсификации) их следствий. При этом может обнаружиться, что многие или все необходимые следствия рассматриваемой гипотезы не имеют места в действительности. Кроме того, возможно, что будут найдены факты, противоречащие выведенным следствиям.

Опровержение гипотез происходит в форме отрицающего модуса условно-категорического умозаключения, имеющего форму:

$$((a \vee b) \wedge b) \wedge \neg a.$$

Этот модус всегда дает достоверное заключение.

Структура опровержения гипотезы такова:

«Если имела место причина (гипотеза) H , то должны быть следствия: C_1 , и C_2 , и C_3 , ..., и C_n ».

Суждение, что есть следствие C_1 , или C_2 , или C_3 , ..., или C_n , является ложным.

Тогда ложна гипотеза H .

В символической логике это умозаключение можно записать таким образом:

$$\begin{array}{l} \text{«}H(C_1, C_2, C_3, \dots, C_n) \\ C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \\ H\text{»}. \end{array}$$

В данном умозаключении мы используем «закон де Моргана»: « $abc = abc$ », в котором дизъюнкция берется нестрогая. Это означает, что могут отсутствовать одно, два, три или все n следствий.

Пример опровержения гипотезы, из которой вытекают шесть следствий, т. е. пример простой деструктивной *полилеммы*.

Если человек болен крупозным воспалением легких, то у него будет высокая температура, сильный озноб, частый сухой кашель, боли в боку, отдышка, общее тяжелое состояние.

У данного больного нет высокой температуры, или нет сильного озноба, или нет частого сухого кашля, или нет болей в боку, или нет одышки, или общее состояние больного не является тяжелым.

Этот человек не болен крупозным воспалением легких.

Чем большее число следствий отсутствует, тем выше степень опровержения высказанной гипотезы. Если бы в приведенном примере отсутствовало лишь одно или два следствия, то нельзя было бы сделать вывод, что человек не болен крупозным воспалением легких. Здесь опровергаемые (фальсифицируемые) следствия тоже надо брать по возможности в совокупности. Хотя простое отсутствие следствий (или их не обнаружение) не опровергает окончательно гипотезу, т. к. в данное время, при данных обстоятельствах мы могли их не обнаружить, выдвинутая гипотеза (или версия) будет подвергнута сомнению. Гипотеза окончательно опровергается, если обнаруживаются факты, обстоятельства, явления, противоречащие вытекающим из данной гипотезы следствиям.

2.4.8. Способы доказательства гипотез

В науке и практике в зависимости от области исследования пользуются различными способами доказательства гипотез.

Основными среди них являются три способа:

- дедуктивное обоснование выраженного в гипотезе предположения;
- логическое доказательство гипотезы;
- непосредственное обнаружение предположенных в гипотезе предметов.

Применительно к судебному исследованию целесообразно рассмотреть два основных способа превращения версий в достоверное знание:

Непосредственное обнаружение искомых предметов. Частные гипотезы в науке и версии в судебном исследовании нередко ставят своей задачей выяснение факта существования в определенное время и в определенном месте конкретных предметов и явлений, либо отвечают на вопрос о свойствах и качествах таких предметов. Наиболее убедительным способом превращения такого предположения в достоверное знание является непосредственное обнаружение в предположенное время или в предположенном месте искомых предметов либо непосредственное восприятие предположенных свойств. Например, при расследовании уголовных дел о хищениях, о разбое, бандитизме, спекуляции, мошенничестве и др. важной задачей судебно-следственных органов является обнаружение приобретенных или накопленных преступным путем вещей, ценностей и денежных сумм. Эти ценности и вещи, как правило, прячутся или реализуются преступниками. В связи с этим и возникают частные версии о местонахождении таких вещей и ценностей.

Версии, доказываемые непосредственным обнаружением предположенной причины, всегда являются частными версиями. С их помощью, как правило, устанавливаются лишь отдельные фактические обстоятельства дела, частные стороны события преступления.

Логическое доказывание версий. Версии, объясняющие существенные обстоятельства расследуемых дел, превращаются в достоверное знание путем логического обоснования. Оно протекает опосредованным путем, или познаются события, имевшие место в прошлом, или явления, существующие и в настоящее время, но недоступные непосредственному восприятию. Так доказываются, например, версии о способе совершения преступления, о виновности, о мотивах совершения преступления, объективных обстоятельствах, при которых было совершено деяние, и др.

Логическое доказывание гипотезы в зависимости от способа обоснования может протекать в форме косвенного или прямого доказывания.

Косвенное доказывание протекает путем опровержения и исключения всех ложных версий, на основании чего утверждают о достоверности единственного оставшегося предположения.

Вывод вытекает в форме отрицающего-утверждающего модуса разделительно-категорического умозаключения. Метод исключения можно представить в следующем виде:

$$\begin{array}{l} H_1, H_2, H_3; H_1, H_2, \\ H_3. \end{array}$$

Заключение в этом выводе может расцениваться как *достоверное*, если, *во-первых*, построен исчерпывающий ряд версий, объясняющий

исследуемое событие, и, во-вторых, в процессе проверки версий опровергнуты все ложные предположения.

Версия, указывающая на оставшуюся причину, в этом случае будет единственной, а выраженное в ней знание (*содержательная информация*)¹ будет выступать уже не как проблематичное, а как достоверное.

Этот способ доказывания, известный как *метод исключения*, часто используется в практике судебно-следственной работы при доказывании как общих, так и частных версий. При обращении в судебном исследовании к методу исключения при косвенном доказывании не следует переоценивать его значение и ограничиваться только этой логической операцией в процессе поисков истины. Косвенное доказывание должно сочетаться с прямым обоснованием оставшегося предположения.

Прямое доказывание гипотезы протекает путем выведения из предположения разнообразных, но вытекающих только из данной гипотезы следствий, и подтверждения их вновь обнаруженными фактами.

При отсутствии косвенного доказывания простое совпадение фактов с теми следствиями, которые выведены из версии, нельзя расценивать как достаточное основание истинности версии, ибо совпадающие факты могли быть вызваны и другой причиной.

Логика не считает демонстративным переход от утверждения следствий к утверждению основания. В связи с тем, что причина всегда накладывает отпечаток на ее действие, при доказывании версии основное внимание направляют на выведение из версии не любых следствий, а таких, которые в совокупности обладали бы ярко выраженными неповторимыми, индивидуальными особенностями, указывающими на их происхождение лишь от одной, вполне определенной причины: $\{S_a, S_b, \dots, S_i\}$.

Такая версия по делу должна быть подтверждена упорядоченной совокупностью фактов $\{F_a, F_b, \dots, F_i\}$, которая, с одной стороны, служит необходимым и достаточным основанием для вывода о достоверности единственного предположения H_1 , а с другой — исключает всякое иное объяснение обстоятельств дела.

В итоге мы имеем такую связь между основанием и следствием, которая может быть выражена в форме *двойной импликации*:

«если и только если H_1 , то $\{S_a, S_b, \dots, S_i\}$ ».

Символически это можно выразить так: $H_1 S$.

Вывод от утверждения следствия к утверждению основания при наличии такой двойной импликации будет логически законным, если

¹ Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере. М.: РГУП, 2016.

в меньшей посылке утверждается, что совокупность фактов $\{F_a, F_b, \dots, F_i\}$ совпадает со следствиями $\{S_a, S_b, \dots, S_i\}$, то в заключение с необходимостью утверждают о существовании причины H_1 . Рассуждение принимает вид:

$$H_1 S, S.$$

$$H_1.$$

При соблюдении указанных условий в судебном исследовании приходят к такому знанию об обстоятельствах преступления и его участниках, которое является достоверным, единственно возможным и не вызывает сомнений в своей истинности.

2.4.9. Роль «гипотезы» в познании

Велика роль «гипотезы» в познании. Законы науки и различные теории до их подтверждения прошли стадию «гипотезы». Поэтому преподаватель, излагая естественно-научные теории, должен показать и стадии, предшествовавшие доказательству теории. Ученые неоднократно подчеркивали огромную роль «гипотез». Например, М. В. Ломоносов писал, что «гипотезы» представляют единственный путь, которым величайшие люди дошли до открытия самых важных истин.

Интересны работы Л. Пастера по проблемам болезней вина, в результате которых он пришел к созданию биохимической теории брожения. Одним из следствий этой теории была разработка процесса, названного позже «пастеризацией».

Очевидно, что наука развивается посредством выдвижения «гипотез». Однако «гипотеза» имеет и практическое значение. Например, в юриспруденции и юридической практике роль «гипотез», называемых там «версиями», невозможно преувеличить. Любое расследование преступления требует выдвижения всех возможных «версий», объясняющих преступление, и их проверки.

В педагогической науке, особенно в «методике преподавания» в вузах математики, статистики, информологии, информатики, правоведения и др., также выдвигаются свои гипотезы о способах более эффективного процесса обучения и воспитания студентов, проводятся эксперименты для подтверждения этих гипотез.

Можно с уверенностью утверждать, что «гипотеза» является формой развития знания не только во всех современных науках, но и в различных отраслях знаний. В науке об обыденном мышлении процесс познания идет от незнания к знанию, от неполного знания к более полному. При исследовании человек сначала выдвигает и затем обосновывает различные предположения для объяснения явлений и их связи с другими явлениями.

Выдвигаемые гипотезы могут перейти при их подтверждении в научные теории или в отдельные истинные суждения, а могут быть и опровергнуты и окажутся ложными суждениями. Поэтому «гипотеза» и является научно обоснованным предположением о причинах или взаимосвязях каких-либо явлений или событий природы, общества и мышления.

Научно обоснованные предположения («гипотезы») надо отличать от плодов беспочвенной фантазии в науке. В письме, обращенном к научной молодежи, И. П. Павлов предостерегал от выдвижения пустых гипотез.

Существуют неверные гипотезы. Например, существовавшая до Н. Коперника «гипотеза неподвижности Земли». Новая «гелиоцентрическая система» была изложена Н. Коперником (1473–1543) в сочинении «О вращении небесных сфер»¹.

«Гипотеза» является формой развития и естественных, и общественных, и технических наук. С точки зрения «логической структуры» она не сводится к какой-то одной форме мышления: понятию, суждению или умозаключению, а включает в свой состав все эти формы. «Гипотеза» оказывает огромное влияние на развитие знаний. Она помогает, например, юристу подготовить логически стройную, хорошо аргументированную речь; вскрыть противоречия в показаниях потерпевшего, свидетелей; опровергнуть необоснованные доводы своих оппонентов и др. Все это имеет определяющее значение в работе юриста, направленной на укрепление законности и правопорядка.

Иными словами, «гипотеза» как форма развития знаний, представляющая собой обоснованное предположение, выдвинутое с целью выяснения свойств и причин исследуемых явлений, это необходимый компонент любого познавательного процесса.

В широком смысле «гипотеза» — это теория на начальной стадии ее разработки (создания), содержащая совокупность обоснованных принципиальных предположений, еще не получивших формально-логического или практического доказательства, но не противоречащих ранее установленным знаниям (фактам, законам, принципам)².

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Какое определение «понятия» Вы считаете правильным?

- а) Понятие — это высказывание, в котором отражаются существенные признаки какого-либо предмета.
- б) Понятие — это форма мышления, отражающая предметы в их существенных признаках.

¹ Коперник Н. О вращении небесных сфер. М.: Амфора, 2012.

² Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005.

в) Понятие — это мысль, которая путем указания на определенный признак выделяет из универсума и обобщает в класс предметы, обладающие этим признаком.

2. Из каких элементов состоит «понятие»?

- а) содержания и объема;
- б) объема и смысла;
- в) предметного и смыслового значения.

3. Какие, по Вашему мнению, признаки фиксируются в содержании «понятия»?

- а) существенные и отличительные признаки;
- б) отличительные признаки;
- в) существенные признаки.

4. По объему «понятия» делятся на:

- а) общие, абстрактные, конкретные;
- б) единичные, общие, конкретные;
- в) общие, единичные, пустые.

5. По типу элементов объема «понятия» делят на:

- а) общие, собирательные;
- б) конкретные, абстрактные;
- в) общие, конкретные.

6. По характеру элементов объема «понятия» делят на:

- а) общие, раздельные;
- б) позитивные, негативные;
- в) собирательные, разделительные.

7. Понятия делят на сравнимые и несравнимые по:

- а) содержанию;
- б) объему;
- в) объему и содержанию.

8. Какие логические операции с «понятиями» Вы знаете?

9. Что называется «определением понятия»?

10. Что значит «обобщение, ограничение понятия»?

1. Какое определение «суждения» Вы считаете правильным?

а) суждение — это форма мышления, в которой утверждается или отрицается связь между предметом и его признаком, отношение между предметами или факт существования предмета;

б) суждение — это мысль, которая отражает предметы в их существенных признаках;

в) суждение — это мысль, которая устанавливает отношения между посылками и заключением.

2. Приведите состав «суждения».
 3. Дайте определение «атрибутивного суждения» и приведите его логическую схему.
 4. Дайте определение «суждения с отношениями». Приведите его логическую структуру.
 5. На какие типы делятся «категорические суждения» по качественному признаку? Дайте определение каждого типа таких суждений. Приведите примеры.
 6. На какие типы делятся «категорические суждения» по количественному признаку? Дайте определение каждого типа таких суждений. Приведите примеры.
 7. На какие типы делятся «суждения» по объединенной классификации? Приведите примеры суждений этого типа.
 8. Дайте определение и приведите примеры «выделяющих» и «исключающих» суждений.
-
1. Дайте определение «умозаключения». Какое умозаключение является «дедуктивным»?
 2. Дайте определение «непосредственного» и «опосредованного умозаключения». Какие виды «непосредственных умозаключений» Вы знаете?
 3. Какие «непосредственные умозаключения» называются: превращением, обращением, противопоставлением предикату? Приведите примеры и схемы.
 4. Приведите определение понятия «гипотезы». Каковы основные характерные черты гипотезы?
 5. Какие виды «гипотез» Вы знаете? Приведите примеры.
 6. Дайте определение «общей», «частной», «единичной», «рабочей гипотезы» и приведите примеры.
 7. Понятие и типы «версий» в юридической практике.
 8. Основные этапы процесса построения, подтверждения и проверки «гипотез» («версий»).
 9. Какие Вы знаете способы подтверждения и опровержения «гипотез». Приведите примеры.
 10. Приведите основные способы доказательства «гипотез».

ГЛАВА 3.

Основы и методы «псевдоформальной логики»

Для «классической логики» вещь существует или не существует, и нет никаких других вариантов. Но как в обычной жизни, так и в науке постоянно приходится говорить не только о том, что есть в действительности и чего нет, но и о том, что должно быть или не должно быть и др.

Действительный ход событий можно рассматривать как реализацию одной из многих мыслимых возможностей, а действительный мир, в котором мы находимся, как один из бесчисленного множества возможных миров.

Язык *классической* (аристотелевской) логики недостаточно богат, чтобы на нем удалось передать рассуждения не только о реальных событиях (имеющих место в действительном мире), но и о возможных событиях (происходящих в каких-то возможных мирах) или о необходимых событиях (наступающих во всех таких мирах).

Стремление обогатить язык «логики» и расширить ее выразительные возможности привело к возникновению так называемой *модальной* (обусловленной обстоятельствами) логики. Ее задача — анализ рассуждений, в которых встречаются модальные понятия, служащие для конкретизации устанавливаемых нами связей, их оценки с той или иной точки зрения. Представляется целесообразным рассмотреть основные частные логики временных, причинно-следственных и пространственных отношений в составе «модальной логики».

3.1. «Модальная логика», ее роль и значение в развитии «псевдоформальной логики»

Еще Аристотель начал изучение таких, наиболее часто встречающихся «модальных понятий», как: «необходимо», «возможно», «случайно». В Средние века круг «модальностей» был существенно расширен,

и в него вошли также: «знает», «полагает», «было», «будет», «обязательно», «разрешено» и др.

В принципе число групп «модальных понятий» и выражаемых ими точек зрения не ограничено. «Современная логика» выделяет наиболее важные из этих групп и делает их предметом специального исследования. Она изучает также общие принципы «модальной оценки», справедливые для всех групп модальных понятий.

«Модальные понятия» разных типов имеют *общие формальные свойства*. Так, независимо от того, к какой группе относятся эти понятия, они определяются друг через друга по одной и той же схеме:

- «нечто возможно, если противоположное не является необходимым»;
- «разрешено, если противоположное не обязательно»;
- «допускается, если нет убеждения в противоположном»;
- «случайно то, что не является ни необходимым, ни невозможным»;
- «безразлично то, что не обязательно и не запрещено»;
- «неразрешимо то, что недоказуемо и неопровержимо» и др.

В каждом разделе «модальной логики» доказуема своя версия *принципа модальной полноты*, являющегося модальным аналогом «закона исключенного третьего».

В теории «логических модальностей» «принцип полноты» утверждает, что каждое высказывание является или *необходимым*, или *случайным*, или *невозможным*.

В *нормативной логике* «принцип полноты» утверждает, что всякое действие или *обязательно*, или *нормативно безразлично*, или *запрещено*. В *логике оценок* «принцип полноты» утверждает, что любой объект является или *хорошим*, или *оценочно безразличным*, или *плохим* и др.

В каждом разделе «модальной логики» есть и своя версия *принципа модальной непротиворечивости*, являющегося модальным аналогом «закона противоречия»:

- «высказывание не может быть необходимым и невозможным»;
- «действие не может быть как обязательным, так и запрещенным»;
- объект не может быть и хорошим, и плохим» и др.

«Модальные понятия», относящиеся к разным группам, имеют разное содержание. При сопоставлении таких понятий складывается впечатление, что они не имеют ничего общего (например, «необходимо», «доказуемо», «убежден», «обязательно», «хорошо», «всегда»). Однако «модальная логика» показывает, что это не так. «Модальные понятия» разных групп выполняют одну и ту же функцию: они уточняют устанавливаемую в высказывании связь, конкретизируют ее.

Правила их употребления определяются только этой функцией и не зависят от содержания высказываний. Поэтому данные правила являются едиными для всех групп понятий и имеют чисто формальный характер.

3.2. «Темпоральная логика» («логика времени»)

«Темпоральная логика» или «логика времени» — раздел современной «модальной логики», изучающий логические связи временных утверждений, т. е. утверждений, в которых временной параметр включается в логическую форму.

3.2.1. Задачи, законы и структура «логики времени»

Основной задачей «логики времени» является построение искусственных (формализованных) языков, способных сделать более ясными и точными рассуждения о предметах и явлениях, существующих во времени.

«Логикой времени» изучаются временные «модальные понятия»: «было», «будет», «раньше», «позже», «одновременно» и др. Среди элементарных ее законов содержатся утверждения:

- «неверно, что произойдет логически невозможное событие»;
- «если было, что всегда будет нечто, то оно всегда будет»;
- «ни одно событие не происходит раньше самого себя» и др.

По своей структуре «логика времени» представляет собой множество логических систем, распадающихся на два основных вида: *A*-логику и *B*-логику времени.

3.2.2. Виды «логики времени» и их характеристика

«*A*-логика времени» ориентирована на следующий временной ряд: «прошлое — настоящее — будущее». В ней рассматриваются высказывания с такими понятиями, как: «будет», «было», «всегда будет», «всегда было» и др. Понятия «будет» («было») и «всегда будет» («всегда было») взаимно определимы.

Основными законами «*A*-логики времени» являются утверждения:

- «то, что всегда будет, будет; то, что всегда было, было»;
- «неверно, что наступит противоречивое событие; неверно, что было такое событие»;
- «если будет, что будет нечто, оно будет»;

- «если неверно, что всегда было, что не всегда будет нечто, то оно имеет место сейчас»;
- «будет, что нечто было, если и только если оно или есть сейчас, или будет, или уже было»;
- «всегда было, что всегда будет нечто, только если оно есть, всегда было и всегда будет» и др.

В терминах временных понятий могут быть определены «модальные понятия»: «необходимо» и «возможно»:

- «необходимым является то, что всегда было, есть и всегда будет»;
- «возможно то, что или было, или имеет место, или будет».

«В-логика времени» ориентирована на другой временной ряд: «раньше» — «одновременно» — «позже». В ней рассматриваются высказывания с такими понятиями, как: «раньше», «позже» и «одновременно». Первые два из этих понятий взаимно определимы: «*A* раньше *B*» означает «*B* позже *A*». Одновременные события могут быть определены как такие, что ни одно из них не раньше другого.

Основными законами «В-логики времени» являются утверждения:

- «ничто не раньше самого себя»;
- «если первое раньше второго, то неверно, что второе раньше первого»;
- «если первое раньше второго, а второе одновременно с третьим, то первое раньше третьего» и др.

Понятие «раньше» неопределимо через «было», «есть» и «будет»; раньше одно другого могут быть и два прошлых, и два будущих события. В свою очередь, временные оценки, включающие ссылку на «настоящее», несводимы к утверждениям с «раньше».

«А-логика» и «В-логика» времени являются, таким образом, двумя самостоятельными, несводимыми друг к другу ветвями логики времени.

Абсолютными «модальными понятиями» являются, например, понятия: «хорошо» и «плохо». Сравнительными — понятия «лучше» и «хуже».

С точки зрения какой-либо системы ценностей невыполнение обещания можно охарактеризовать как негативно ценное («плохое»), сказав: «Плохо, что данное обещание не выполнено», т. е. приписав определенное свойство конкретному обещанию. Но можно также установить ценностное отношение между невыполнением обещания и, допустим, воздержанием от обещания, сказав: «Лучше не давать обещание, чем не выполнять его».

В «логике времени» к абсолютным модальностям относятся понятия: «было» («всегда было»), «есть» и «будет» («всегда будет»). Сравнительными модальными понятиями являются «раньше», «позже» и «одновременно».

«А-логика времени» нашла приложения при обсуждении некоторых философских проблем, в анализе грамматических времен и др.

«В-логика времени» использовалась при аксиоматизации определённых разделов физики, биологии, при обсуждении проблемы непротиворечивого описания движения и др.

Временные ряды «прошлое — настоящее — будущее» и «раньше — одновременно — позже» несводимы друг к другу. Они независимы в широких пределах и представляют собой две точки зрения на мир, два способа описания одних и тех же вещей и событий, дополняющие друг друга. *Первый* ряд употребляется по преимуществу в социальных (гуманитарных) науках, *второй* — в естественных и технических науках. Можно сказать, что понятия временного ряда «А-логики времени» служат для описания становления мира, а понятия временного ряда «В-логики времени» — для описания его бытия. При этом «абсолютные модальные понятия» в «А-логике времени» иногда называются «А-понятиями», а в «В-логике времени» — сравнительные понятия называются «В-понятиями».

Отсюда «А- и В-понятия» также не сводимы друг к другу, отражая эти два разных видения мира и совместно, и по-разному описывая одни и те же вещи и события. «Хорошо» не определимо через «лучше», «было» не определимо через «раньше» и др. Логика «абсолютных модальных понятий» не сводима к логическим теориям сравнительных понятий, и наоборот. В «модальной логике» основное внимание уделяется абсолютным модальностям.

В связи с тем, что временные ряды несводимы друг к другу, возникает вопрос, не является ли один из них более фундаментальным. С одной стороны, согласно распространенной точке зрения в интерсубъективном, безличностном языке науки неправомерно употребление «было — есть — будет», что предполагает ссылку на «субъективное», постоянно меняющее свое положение «настоящее». С другой стороны, мир без «стрелы времени» не историчен, он как бы задан сразу, и все события лежат в одной временной плоскости. К этому спору о допустимости использования в науке временных оценок с изменяющимся истинностным значением имеет прямое отношение и логика времени.

Рассматривая смену состояния объектов и процессов материального мира во времени, мы ее связываем с понятием «течение времени». Различные состояния объектов и процессов материального мира как бы «возникают из будущего» и «уходят в прошлое». На самом же деле материальный мир находится в вечно длящемся настоящем времени.

Длящееся настоящее время и есть объективно реальное бытие, актуальное существование материального мира, его объектов, процессов и событий.

Поскольку «из будущего возникают» и «в прошлое уходят» не сами материальные объекты, а лишь их *состояния*, постольку в объективно реальном материальном мире нет никакого прошедшего и будущего времени, а есть только непрерывно длящееся настоящее время. Для того чтобы представлять себе прошедшее и будущее время, необходимо обладать памятью и воображением.

Прошедшее время — это отражение в нашем сознании цепочки тех объективно существовавших и сменивших друг друга событий и состояний материальных объектов, которые в реальной действительности уже перестали существовать, но их *информационные образы* либо сохранились в нашей памяти, либо формируются в нашем сознании благодаря полученной об этих событиях *информации*.

Объективность прошедшего времени означает, что прошедшие события и состояния материальных объектов и процессов действительно когда-то «в прошлом» актуально существовали в настоящем времени.

Будущее время — это существующая в нашем сознании цепочка образов тех еще не наступивших событий и состояний материальных объектов и процессов, которые, сменяя друг друга, могут (или должны) реализоваться «в будущем» как явления настоящего времени. *Объективность* будущего времени означает, что текущие события и состояния материальных объектов и процессов могут с определенной степенью вероятности наступить и стать в будущем актуально существующими событиями и состояниями материального мира.

3.3. «Логика причинности»

Понятие «причинность» является одним из центральных как в науке, так и в философии науки. «Причинная связь» не является *логическим* отношением. Но то, что «причинность» не сводима к «логике», не означает, что «проблема причинности» не имеет никакого логического содержания и не может анализироваться с помощью логики.

Задача логического исследования «причинности» — систематизация тех правильных схем рассуждений, посылками или заключениями которых служат «каузальные высказывания», а также построение искусственных языков, позволяющих эффективно рассуждать о причине и следствии.

В «логике причинности» связь причины и следствия представляет собой особым условным высказыванием — «каузальной импликацией».

Смысл ее задается множеством аксиом. *Логическая* необходимость присуща законам логики, *онтологическая* необходимость характеризует закономерности природы и, в частности, причинные связи. Выражение «*A* есть причина *B*» («*A* каузально имплицирует *B*») можно определить как «Онтологически необходимо, что если *A*, то *B*», отличая тем самым простую условную связь от каузальной импликации.

Понятие «*причинной связи*» определяется с помощью понятия «закон природы»: *A* каузально влечет *B*, только если из *A* не вытекает логически *B*, но из *A*, взятого вместе с множеством законов природы, логически следует *B*. Смысл этого определения прост: «причинная связь» не является логической, следствие вытекает из причины не в силу законов логики, а на основании законов природы.

Для «причинной связи» верны, в частности, утверждения:

- «ничто не является причиной самого себя»;
- «если одно событие является причиной второго, то второе не является причиной первого»;
- «одно и то же событие не может быть одновременно как причиной наличия какого-то события, так и причиной его отсутствия»;
- «нет причины для наступления противоречивого события» и др.

Слово «причина» употребляется в нескольких смыслах, различающихся по своей силе. Наиболее сильный смысл «причинности» предполагает, что имеющее причину не может не быть, т. е. не может быть ни отменено, ни изменено никакими событиями или действиями. Для *полной причины* выполняется условие: «если событие *A* каузально имплицирует событие *B*, то *A* вместе с любым событием *C* также каузально имплицирует *B*».

Для *неполной причины* верно, что в случае всяких событий *A* и *B*, если *A* есть частичная причина *B*, то существует такое событие *C*, что *A* вместе с *C* является полной причиной *B*, и вместе с тем неверно, что *A* без *C* есть полная причина *B*.

Иначе говоря, полная причина всегда, или в любых условиях, вызывает свое следствие, в то время как частичная (неполная) причина только способствует наступлению своего следствия, и это следствие реализуется лишь в случае объединения частичной причины с иными условиями.

Логика причинности строится так, чтобы в ее рамках могло быть получено описание и полных, и неполных причин. Содержание категории «причинность» может быть раскрыто через содержание и конкретизацию взаимной связи исходных философских категорий «причина» и «следствие» (причинно-следственное отношение). Как известно,

раскрытие содержания и конкретизация понятий должны опираться на ту или иную конкретную модель взаимной связи понятий¹.

3.3.1. Модели причинно-следственных отношений

Модель, объективно отражая определенную сторону связи, имеет границы применимости, за пределами которых ее использование ведет к ложным выводам, но в границах своей применимости она должна обладать не только образностью, наглядностью и конкретностью, но и иметь эвристическую (познавательную) ценность.

Многообразие проявлений причинно-следственных связей в материальном мире обусловило существование нескольких моделей «причинно-следственных отношений». Исторически сложилось так, что любая модель этих отношений может быть сведена к одному из двух основных типов моделей или их сочетанию:

1. Модели, опирающиеся на *временной подход* (*эволюционные модели*). Здесь главное внимание акцентируется на временной стороне причинно-следственных отношений. Одно событие — «причина» — порождает другое событие — «следствие», которое во времени отстает от причины (запаздывает). Запаздывание — отличительный признак эволюционного подхода. Причина и следствие взаимообусловлены. Однако ссылка на порождение следствия причиной (*генезис*), хотя и законна, но приносится в определение причинно-следственной связи как бы со стороны, извне. Она фиксирует внешнюю сторону этой связи, не захватывая глубоко сущности.

2. Модели, опирающиеся на *понятие «взаимодействие»* (*структурные или диалектические модели*). Главное внимание здесь уделяется взаимодействию как источнику причинно-следственных отношений. В роли *причины* выступает само взаимодействие. Большое внимание этому подходу уделял И. Кант, но наиболее четкую форму диалектический подход к «причинности» приобрел в работах Г. Гегеля. Из современных отечественных философов этот подход развивал Г.А. Свечников, который стремился дать *материалистическую* трактовку одной из структурных моделей «причинно-следственной связи».

Существующие и используемые в настоящее время модели различным образом вскрывают механизм «причинно-следственных отношений», что приводит к разногласиям и создает основу для философских дискуссий. Острота обсуждения и полярный характер точек зрения свидетельствуют об их актуальности. Рассмотрим основные проблемы.

¹ Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005.

- *Проблема одновременности причины и следствия.* Одновременны ли «причина» и «следствие» или разделены интервалом времени? Если они одновременны, то почему «причина» порождает «следствие», а не наоборот? Если же «причина» и «следствие» не одновременны, может ли существовать «чистая» причина, т.е. причина без следствия, которое еще не наступило, и «чистое» следствие, когда действие «причины» кончилось, а «следствие» еще продолжается? Что происходит в интервале между «причиной» и «следствием», если они разделены во времени?
- *Проблема однозначности причинно-следственных отношений.* Порождает ли одна и та же «причина» одно и то же «следствие» или же одна «причина» может порождать любое «следствие» из нескольких потенциально возможных? Может ли одно и то же «следствие» быть порожденным любой из нескольких «причин»?
- *Проблема обратного воздействия «следствия» на свою «причину».*
- *Проблема связи «причины», «повода» и «условий».* Могут ли при определенных обстоятельствах «причина» и «условие» меняться ролями: «причина» стать «условием», а «условие» — «причиной»? Какова объективная взаимосвязь и отличительные признаки «причины», «повода» и «условия»?

Решение этих проблем зависит от выбранной *модели*, т.е. в значительной степени от того, какое содержание будет заложено в исходные категории «причина» и «следствие». Одни исследователи под «причиной» понимают *материальный объект*, другие — *явление*, третьи — *изменение состояния*, четвертые — *взаимодействие* и др.

В качестве примера можно привести следующее определение: **причинность** — это такая генетическая связь явлений, в которой одно явление, называемое «причиной», при наличии определенных условий неизбежно порождает, вызывает, приводит к жизни другое явление, называемое «следствием». Это определение формально справедливо для большинства моделей, но, не опираясь на модель, оно имеет ограниченную теоретико-познавательную ценность.

Решая перечисленные проблемы, большинство исследователей стремятся исходить из современной физической картины мира и, как правило, несколько меньше внимания уделяют *гносеологии*. Между тем, на наш взгляд, здесь существуют две *проблемы*, имеющие важное значение:

- проблема удаления элементов антропоморфизма из понятия причинности;
- проблема не причинных связей в естествознании.

Суть *первой* проблемы в том, что «причинность» как объективная философская категория должна иметь объективный характер, не зависящий от познающего субъекта и его активности. Суть *второй*: признавать ли «причинные связи» в естествознании всеобщими и универсальными или считать, что такие связи имеют ограниченный характер и существуют «связи не причинного типа», отрицающие *причинность* и ограничивающие пределы применимости *принципа причинности*?

Мы считаем, что «принцип причинности» имеет всеобщий и объективный характер и его применение не знает ограничений.

Итак, два типа моделей, объективно отражая некоторые важные стороны и черты «причинно-следственных связей», находятся в известной степени в противоречии, т. к. различным образом решают проблемы *одновременности*, *однозначности* и др., но вместе с тем, объективно отражая некоторые стороны «причинно-следственных отношений», они должны находиться во взаимной связи. Наша первая задача — выявить эту связь и уточнить модели.

Установим границу применимости *моделей эволюционного типа*. Причинно-следственные цепи, удовлетворяющие эволюционным моделям, как правило, обладают свойством *транзитивности*. Если событие A есть причина события B (B — следствие A), если, в свою очередь, событие B есть причина события C , то событие A есть причина события C . То есть:

«Если $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow C$, то $A \rightarrow C$ ».

Таким способом составляются «простейшие причинно-следственные цепи». Событие B может выступать в одном случае причиной, в другом — следствием. Свойство транзитивности позволяет провести детальный анализ причинной цепи. Он состоит в расчленении конечной цепи на более простые причинно-следственные звенья:

«Если $A \rightarrow C$, то $A \rightarrow B_1, B_1 \rightarrow B_2, \dots, B_n \rightarrow C$ ».

Но обладает ли конечная причинно-следственная цепь свойством бесконечной делимости? Может ли число звеньев конечной цепи N стремиться к бесконечности?

Опираясь на всеобщий закон «перехода количественных изменений в качественные», можно утверждать, что при расчленении конечной причинно-следственной цепи мы столкнемся с таким содержанием отдельных звеньев цепи, когда дальнейшее деление станет бессмысленным. Заметим, что бесконечную делимость, отрицающую закон перехода количественных изменений в качественные, Г. Гегель именовал «дурной бесконечностью».

Переход количественных изменений в качественные возникает, например, при делении куска графита. Последний этап деления — расщепление атомов углерода приводит с физико-химической точки зрения к качественным изменениям графита.

3.3.2. «Взаимодействие» как основа причинно-следственных связей

Итак, в основе причинно-следственных связей лежит не самопроизвольное волеизъявление, а универсальное *взаимодействие*. В природе нет самопроизвольного возникновения и уничтожения движения, есть взаимные переходы одних форм движения материи в другие, от одних материальных объектов к другим, и эти переходы не могут происходить иначе, чем через посредство взаимодействия материальных объектов. *Взаимодействие* универсально и составляет основу *причинности*. Как отмечал Г. Гегель, «взаимодействие есть причинное отношение, положенное в его полном развитии».

Пример взаимодействия двух материальных объектов (рис. 3.1) не нарушает общности рассуждений, т.к. взаимодействие нескольких объектов сводится к парным взаимодействиям и может быть рассмотрено аналогичным способом. Нетрудно видеть, что при взаимодействии оба объекта одновременно воздействуют друг на друга (взаимность действия). При этом происходит изменение *состояния* каждого из взаимодействующих объектов. Нет взаимодействия — нет изменения состояния. Поэтому изменение состояния какого-либо одного из взаимодействующих объектов можно рассматривать как *частное следствие причины* — взаимодействия. Изменение состояний всех объектов в их совокупности составит *полное следствие*. Очевидно, что такая *причинно-следственная модель* элементарного звена *эволюционной модели* принадлежит классу *структурных (диалектических)*.

Следовательно, *эволюционные модели* в качестве элементарного, первичного звена содержат структурную (диалектическую) модель, опирающуюся на взаимодействие и изменение состояний. По своей структуре и смыслу структурная модель превосходно согласуется со всеобщим законом диалектики — единства и борьбы противоположностей, если интерпретировать:

- *единство* — как существование объектов в их взаимной связи (взаимодействии);
- *противоположности* — как взаимоисключающие тенденции и характеристики состояний, обусловленные взаимодействием;

- *борьбу* — как взаимодействие;
- *развитие* — как изменение состояния каждого из взаимодействующих материальных объектов.

Поэтому *структурная модель*, опирающаяся на взаимодействие как причину, может быть названа также *диалектической моделью причинности*. Из аналогии структурной модели и закона диалектики следует, что причинность выступает как отражение объективных диалектических противоречий в самой природе, в отличие от субъективных диалектических противоречий, возникающих в сознании человека.

Рис. 3.1. Схема взаимодействия двух материальных объектов



Данной структурной модели причинности присущи следующие качества: «объективность», «универсальность», «непротиворечивость», «однозначность».

Объективность причинности проявляется в том, что взаимодействие выступает как объективная причина, по отношению к которой взаимодействующие объекты являются *равноправными*.

Универсальность причинности обусловлена тем, что в основе причинности всегда лежит *взаимодействие*. Причинность универсальна, как универсально само взаимодействие.

Непротиворечивость причинности обусловлена тем, что, хотя «причина» и «следствие» (взаимодействие и изменение состояний) совпадают во времени, они отражают различные стороны *причинно-следственных* отношений.

Однозначность причинности обусловлена тем, что структурная модель устанавливает *однозначную* связь в причинно-следственных отношениях *независимо* от способа математического описания взаимодействия.

Отдельно ставятся вопросы, связанные с *конечностью* скорости распространения взаимодействий.

Пример: Пусть имеются два неподвижных заряда. Если один из зарядов начал двигаться с ускорением, то электромагнитная волна подойдет ко второму заряду с запаздыванием. Данный пример описывает не простое взаимодействие, а сложную причинную цепь, в которой можно выделить три различных звена:

1. *Взаимодействие первого заряда с объектом*, который вызывает его ускорение. Результат этого взаимодействия — изменение состояния источника, воздействовавшего на заряд, и, в частности, потеря этим источником части энергии, изменение состояния первого заряда (ускорение) и появление электромагнитной волны, которая излучилась первым зарядом при его ускоренном движении.

2. *Процесс распространения электромагнитной волны*, излученной первым зарядом.

3. *Процесс взаимодействия второго заряда с электромагнитной волной*. Результат взаимодействия — ускорение второго заряда, рассеяние первичной электромагнитной волны и излучение электромагнитной волны вторым зарядом.

В данном примере мы имеем два различных взаимодействия, каждое из которых укладывается в *структурную модель причинности*. Таким образом, структурная модель превосходно согласуется как с *классическими*, так и с *релятивистскими теориями*, а конечная скорость распространения взаимодействий не является принципиально необходимой для структурной модели причинности.

«Причинность» и «взаимодействие» всегда *взаимосвязаны*. Если «взаимодействие» обладает свойствами всеобщности, универсальности и объективности, то столь же универсальны, всеобщы и объективны «причинно-следственные связи и отношения».

Структура *научных теорий естествознания и функции научных теорий* прямо или косвенно связаны с причинным объяснением явлений материального мира. Теоретический раздел, который включает в себя полное причинно-следственное описание и объяснение, опираясь на структурную модель причинно-следственных отношений, называется *динамикой* (наукой о движении материальных тел под действием приложенных к ним сил). В этом смысле *кинематика* (наука о движении тел, без учета их масс и действующих на них сил) может считаться подразделом *динамики*.

В неразветвленной линейной причинно-следственной цепи мы вынуждены отказаться от полного описания всех причинно-следственных отношений, т. е. не учитываем некоторые частные следствия. Структурная модель позволяет неразветвленные линейные причинно-следственные цепи свести к двум основным типам:

а) *Объектная причинная цепь*. Образуется тогда, когда мы выделяем какой-либо материальный объект и следим за изменением его состояния во времени. Примером могут служить наблюдения за распространением электромагнитной волны от антенны передатчика до антенны приемника, или процессом стыковки космического корабля с орбитальной МКС и др.

б) *Информационная причинная цепь*. Появляется, когда мы следим не за состоянием материального объекта, а за некоторым информирующим явлением, которое в процессе взаимодействий различных материальных объектов связано последовательно во времени с различными объектами. Примером может служить передача устной информации с помощью эстафеты и др.

Все линейные неразветвленные причинные цепи сводятся к одному из этих двух типов или к их комбинации. Такие цепи описывают с помощью *эволюционной модели причинности*. При эволюционном описании на первый план выходит материальный объект или индикатор его состояния, а взаимодействие остается на втором плане. В силу этого главное внимание сосредоточивается на описании последовательности событий во времени. Поэтому данная модель получила название *эволюционной*. *Линейная неразветвленная причинная цепь* сравнительно легко поддается анализу с помощью сведения ее к совокупности элементарных звеньев и анализа их посредством структурной модели. Но такой анализ не всегда возможен. Все это обусловило ряд особенностей при описании причинно-следственных отношений с помощью эволюционных моделей. Перечислим эти особенности:

1. При эволюционном описании причинно-следственной сети полная причинная сеть огрубляется. Выделяются главные цепи, а несущественные отсекаются, игнорируются.

2. Чтобы сохранить однозначность и приблизить описание к объективной реальности, отсеченные ветви и причинные цепи заменяются совокупностью условий.

3. Выбор той или иной причинно-следственной цепи в качестве главной определяется во многом целевыми установками исследователя, т. е. тем, между какими явлениями он хочет проанализировать связь.

4. Эволюционное описание основное внимание уделяет не взаимодействию, а связи событий или явлений во времени. Потому

содержание понятий «причина» и «следствие» изменяется, и это весьма важно учитывать.

5. В указанном выше смысле причина и следствие в эволюционной модели могут выступать как однокачественные явления, с двух сторон замыкающие причинно-следственную цепь.

Мы здесь коснулись только главных особенностей и отличительных признаков эволюционной модели. *Структурная модель причинности* может успешно использоваться для сравнительно простых причинных цепей и систем. В реальной практике приходится иметь дело и со сложными системами. Вопрос о причинно-следственном описании поведения сложных систем практически всегда опирается на эволюционную модель причинности. Мы рассмотрели два типа моделей, отражающих причинно-следственные отношения в природе, проанализировали взаимную связь этих моделей, границы их применимости и некоторые особенности.

Проявление причинности в природе многообразно и по форме, и по содержанию. Вполне вероятно, что этими моделями не исчерпывается *весь арсенал форм причинно-следственных отношений*. Многообразие форм проявления причинно-следственных отношений не может служить поводом для отказа от материалистического «принципа причинности» или утверждений об ограниченной его применимости.

3.4. «Логика пространственных отношений»

«Пространство» воспринимается людьми куда проще, чем «время». Зрение дает нам возможность непосредственно ощутить и оценить размеры окружающих нас предметов и их взаимное расположение. Действия по перемещению предметов, процесс собственного перемещения среди других объектов окружающей среды создают у нас тот комплекс сигналов, воспринимаемых организмом, который формирует достаточно адекватное построение пространственной модели окружающего мира.

Развитие новых направлений в математике и физике, космические исследования, модели современной космогонии послужили источником новых представлений о пространстве и пространственно-временном континууме. В моделях, предлагаемых современной наукой, «пространство» оказывается весьма необычным по своим свойствам. Достаточно вспомнить геометрию Лобачевского, в которой не действует постулат о том, что «параллельные прямые не пересекаются» и, как следствие этого, «сумма углов треугольника не равна 180° », что не соответствует нашим школьным знаниям из евклидовой

геометрии. Трудно представить себе пространство *отрицательной кривизны, свернутое в фигуру, называемую бутылкой Клейна*. Еще труднее представить пространства, изогнутые гравитационными силами в причудливые образования, замкнутые сами в себя.

3.4.1. Свойства «пространства», язык пространственных отношений

Любые системы, создаваемые в ближайшем будущем, предназначаются для работы в земных условиях, где, как и во времена Евклида, царствует обычная геометрия, опирающаяся на «законы пространства», не противоречащие естественному опыту человека. При построении *пространственных отношений* учитываются следующие его свойства:

1. *Ненаправленность*. У «пространства» нет свойства направления. Для того чтобы ориентироваться в нем, необходимо задать *искусственно* систему координат. Задание системы координат никак не меняет свойств пространства, и поэтому ее можно выбирать произвольно.

2. *Непрерывность*. Если представить себе некие «куски пространства», которые можно называть «участок», то непрерывность «пространства» может пониматься следующим образом. Для любых двух «участков», или замещающих их материальных объектов, «как угодно тесно» расположенных в пространстве, всегда найдется такой «участок», или материальный объект, который будет находиться «между ними». Как и для времени, для пространства существует *проблема «непрерывность — дискретность»*. В сложных современных *пространственно-временных моделях* предполагается, что природа и пространства, и времени двойственна и в ней одновременно проявляются свойства как *непрерывности*, так и *дискретности*. Поэтому при построении «пространственных логик» и «моделей пространства» можно предполагать, что заданы некие самые мелкие участки («нано-участки»), представляющие собой как бы мельчайшую единицу измерения «времени» и «пространства».

3. *Бесконечность*. Современное математическое представление о «пространстве» как о бесконечной субстанции стало привычным.

4. *Гомогенность*. Подобно «времени», «пространство» в представлении человека гомогенно (однородно). Любая часть его, занятая неким «участком», при перемещении в пространстве не меняет своих свойств.

Пространство, обладающее такими свойствами называется «чистым пространством». «Гомогенность пространства» нарушается, когда отдельные участки его маркируются и в них помещаются те или иные материальные объекты. Тогда в сознании человека оно становится

неоднородным, ибо между объектами возникают устойчивые отношения, которые структурируют пространство. Потому «участок», соответствующий, например, городу Москве, не тождествен «участку» того же размера, расположенному в другом месте планеты.

Итак, «чистое пространство» отличается от пространства, заполненного материальными объектами. В пространстве, обжитом человеком, есть конкретная структура, которая делает «пространство направленным» (шкалированным), «прерывным», «конечным» и «неоднородным». В нем выделяются основные направления, жестко фиксированные точки (например, магнитные полюса Земли), или сам субъект, или объект. В нем введена *метрика*, позволяющая оценивать размеры «участков» и материальных объектов и расстояния между ними. Введена, наконец, «система отношений», определяющих взаимное расположение «участков» и материальных объектов между собой. Именно такое структурированное пространство интересно с точки зрения логики пространственных отношений.

3.4.2. «Пространство» в естественном языке

Известно, что во всех естественных языках есть средства для выражения разнообразных свойств времени и временных отношений. Такие же не менее развитые средства существуют и для выражения свойств «пространства» и «пространственных отношений» между парами «участков» или парами материальных объектов (а также между «участками» и материальными объектами). Для описания всех таких свойств используются как лексика языка, так и его грамматические и морфологические структуры. В русском языке для отражения всей этой информации можно выделить две группы средств:

- *лексические* (наречия и их конструкции, предлоги, имена существительные и именные группы, глаголы направленного действия);
- *грамматико-морфологические* (падежные значения предлогов, которые управляют падежной формой существительных, а также местоимений и числительных).

Наречий *места* в русском языке примерно 110. Это слова: «вниз», «вверх», «здесь», «там», «где-то», «издалека», «наискосок», «сюда», «домой», «влево» и др.¹ Можно использовать также различные их словосочетания, включая предлоги: «там *вдали*», «там вдали за (*рекой*)», «всюду вокруг», «впереди слева», «вдали близ (*опушки*)», «внизу рядом с (*ним*)»,

¹ Ловцов Д. А., Бернацкая А. В. Русский язык и культура речи. М.: ВА им. Петра Великого, 2002.

«близко отсюда», «снизу доверху» и др. Класс словосочетаний, описывающих местоположения в пространстве, не замкнут.

Неспособность предлогов самостоятельно выражать свои значения не означает, однако, что они лишены лексического значения. В языке существуют следующие *предлоги*, несущие значения *пространственных отношений*: *в* (войти *в* дом), *из* (выйти *из* дома), *вокруг* (ходить *вокруг* дома), *до* (доехать *до* метро), *поперек* (стоять *поперек* дороги), *вдоль* (бежать *вдоль* леса), *за* (спрятаться *за* дерево), *на* (сесть *на* скамейку), *между* (расти *между* кустами), *под* (лежать *под* столом), *над* (пролетать *над* городом), *с* (слететь *с* дерева), *вне* (находиться *вне* досягаемости), *внутри* (жить *внутри* крепости), *мимо* (пройти *мимо* магазина), *у* (стоять *у* камина).

В ряде случаев значение предлога определяется контекстом. К таким предлогам относятся: *в*, *с*, *из* и др. Каждый предлог сочетается с формой одного или нескольких (двух, трех) падежей, а сами падежные формы конкретизируют и уточняют значение пространственного отношения. Так, предлог «*в*» с винительным падежом обозначает направление внутрь (войти *в* дом), а с предложным падежом определяет местонахождение (находиться *в* доме); предлог «*с*» с родительным падежом выражает удаление, отделение (взять книгу *с* полки, прыгнуть *с* самолета), а с творительным падежом обозначает совместность (ваза *с* цветами стоит на столе). Исследованием *пространственных значений предлогов* занимались многие лингвисты. Согласно одной из возможных классификаций все *предлоги* делятся на 19 групп:

- *экстериорные*, определяющие положение объекта во внешнем пространстве относительно некоторого начала координат или пространственного ориентира;
- *интериорные*, определяющие положение объекта во внутреннем пространстве относительно начала координат или некоторого пространственного ориентира;
- *диспозитивные*, задающие местоположение объекта в пространстве («где-то на севере»);
- *супериорные*, указывающие местоположение объекта относительно верхней поверхности некоторого ориентира;
- *инфериорные*, характеризующие положение объекта относительно нижней поверхности ориентира;
- *доминантные*, указывающие местоположение объекта над некоторым локализатором или ориентиром;
- *антериорные*, задающие местоположение объекта перед другим объектом или ориентиром;

- *постериорные*, определяющие положение объекта относительно невидимой (тыльной) стороны другого объекта;
- *оппозитивные*, определяющие местоположение объекта в противоположении к другому объекту;
- *интервальные*, задающие местоположение объекта между двумя другими;
- *аппроксимативные*, задающие приблизительное положение объекта в пространстве относительно расстояния или направления («где-то в парке»);
- *директивные*, определяющие направление движения или действия над объектом относительно пространственного ориентира или начала координат;
- *инициальные*, указывающие направление при фиксированной начальной точке;
- *терминальные*, указывающие направление при фиксированной конечной точке;
- *лимитативные*, указывающие направление при фиксированных начальной и конечной точках;
- *эксклюзивные*, задающие перемещение или действие, происходящее внутри некоторого объекта или «участка»;
- *инклюзивные*, задающие перемещение или действие, происходящее по направлению внутрь некоторого объекта или «участка»;
- *трансверсальные*, указывающие на пересекаемый пространственный ориентир («перейти через улицу»);
- *итинеративные*, указывающие на маршрут движения или фиксирующие «участок», в котором совершается действие («идти по улице»).

Такая классификация языковых средств выражения «пространственных соотношений» позволяет обрисовать общую структуру представлений человека о «пространстве» и способов рассуждений о нем.

Рассмотренные языковые средства задают в основном *статичку* пространственного взаимодействия объектов. Для описания *динамики* используются *глаголы* направленного действия. В русском языке насчитывается около 430 глаголов направленного действия, и с ними связываются две основные конструкции: *места* (где реализуется действие) и *направления* (куда направлено действие). Например, приклеить на стену и приклеить на стене. На выбор конструкций в языке может оказывать влияние большое число факторов, в том числе цель высказывания, пространственная позиция говорящего, его желание и др.

В современном русском языке можно выделить *четыре типа значений*, связанных с заданием направления и места действия.

1. Указание некоего «участка», в котором находится интересующий нас объект или происходит интересующее нас действие (например, «Иванов живет в городе», «Иванов живет в городе Пензе», «в лесу раздалась стрельба»).

2. Указание пары «участков», в которой один из «участков» есть часть другого (например, «Иванов живет на окраине города», «в центре леса раздавалась пальба»).

3. Указание на общее направление перемещения или действия (например, «Иванов поехал в город», «волк бежал в лес»).

4. Другая совокупность обстоятельств соответствует фразам типа «Иванов переехал в центр города» или «волк вышел на опушку леса».

Для каждой из указанных ситуаций можно, при необходимости, привести их графическое истолкование. Число различных вариантов указания места и направления действия или перемещения можно существенно увеличить (с учетом 19 классов предлогов пространственного типа). Но суть остается той же. К сожалению русский язык не даёт строгих и однозначных правил выбора глагола и его формы для описания того или иного места и направления движения или действия.

Однако выбор все же не носит произвольного характера. Например, наличие результативного значения у глагола (совершенный вид), как правило, приводит к употреблению с ним конструкции *направления*, а наличие нерезультативного значения (несовершенный вид) стимулирует употребление конструкции *места*. Это прослеживается на таких примерах: «висит на стене» и «повесил на стену»; «иду полем» и «пришла в лес».

Следует заметить, что пространственные отношения настолько разнообразны, богаты, многоаспектны, что *абсолютно строгих* закономерностей их языкового употребления нет. Однако некоторые нормы употребления тех или иных конструкций в языке существуют. Так, мы говорим «оставить на столе», а не «оставить на стол», хотя ситуативно (семантически) такое значение тоже имеет смысл. Или, мы говорим «класть на стол», но не «класть на столе». Приведенные примеры показывают, что использование в языке тех или иных конструкций при глаголе определяется не только семантикой глагола, но и *нормами* языка.

По аналогии с временным высказыванием пространственное высказывание также можно соотнести с *точкой пространственного высказывания* (ТПВ). Роль начала отсчета в высказывании может играть наречие *отсюда*. («Отсюда до ближайшего села 300 верст»). Кроме того, можно

рассматривать два пространственных плана в ТПВ: *здесь* (аналог настоящего) и *там* (аналог «будущего» либо «прошедшего»). Сравнить: «Здесь будет город заложен» и «Там чудеса, там леший бродит»).

Наречия *здесь* и *там*, *сюда* и *туда* образуют своеобразные шкалы. Один конец шкалы связан с «участком», в котором находится точка пространственного высказывания, а *второй* — с максимально удаленным от ТПВ «участком» (сравнить: «садись сюда (здесь)» и «садись туда (там)»). Одним из интересных свидетельств того, что когда-то человек не очень-то различал «время» и «пространство», служат содержащиеся во многих языках средства, позволяющие выражать «пространственные отношения» через время и временные — через пространство. Например: «Далеко живешь? — Минут десять ходу»; «Скоро придет? — Не знаю. Километра три идти». Здесь и пространство, и время соотносятся с движением, измеряются им.

Приведенных сведений о возможностях и особенностях использования естественного языка для выражения пространственных отношений не достаточно, они призваны лишь наметить основные трудности, связанные с выявлением из текстов на естественном языке сведений о пространственной структуре описываемых в нем фактов и событий.

3.4.3. «Пространство» и человек — составляющие «пространственной логики»

Современная психология считает, что у каждого человека есть так называемая *внутренняя модель восприятия*. Наше восприятие окружающего и собственного тела определяется не столько мгновенным возбуждением нервных волокон на входе сенсорных систем, сколько внутренним образным отображением реальности, составляющим суть внутренней модели восприятия.

Если бы ее не было, то наш организм не смог бы справиться с огромным потоком информации от окружающего мира, находящегося в непрерывном движении и изменении. Наличие внутренней модели восприятия пространства, объектов в нем и своего тела в этом пространстве дает организму следующие неоспоримые преимущества:

1. Позволяет при анализе текущей ситуации воспринимать лишь небольшое количество информации¹, определяющей характер ситуации, достраивая остальные «пространственные отношения» за счет знаний о состояниях мира в предшествующие моменты и о том классе

¹ Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005.

ситуаций, к которому принадлежит наблюдаемая ситуация. Это обеспечивает организму хорошие по времени характеристики для анализа воспринимаемой ситуации.

2. Наш организм способен некоторое время прогнозировать динамику «пространственных соотношений» в окружающем его мире и в положении собственного тела даже в отсутствии информации от внешней среды.

3. При смене отдельных компонентов ситуации внутренняя модель позволяет идентифицировать такую ситуацию как известную. Смена отдельных ориентиров на известном пути движения не приводит к тому, что мы начинаем блуждать, не зная куда идти.

4. Избыточность информации в «перцептивной модели» (модели восприятия) делает ее *устойчивой* к любого рода помехам и возмущениям как внешнего мира, так и в результате деятельности самого организма.

Но «ничто в жизни не дается даром», за каждый выигрыш приходится чем-то платить. И наличие *внутренней модели восприятия* требует такой платы. Модель достаточно консервативна. Поэтому если условия в окружающем мире резко меняются, то организм долгий период будет пребывать в условиях вынужденной адаптации. Отказ от привычных представлений о внешнем мире (в том числе и от «пространственных представлений») сопряжен с большими трудностями для человека. Модель формирует ошибочные представления о «пространственной ситуации», если ключевые ориентиры, исходя из которых она работает, встречаются в описании «пространственной ситуации» в непривычной форме или в непривычном окружении.

Таким образом, во внутренней модели «пространственного восприятия» зафиксированы определенные знания о том, «как устроено пространство», в котором действует организм. Эти знания носят эвристический характер и могут видоизменяться по мере накопления опыта. Среди них можно выделить группу *эвристических правил (эвристик)*, лежащую в основе многих решений, выдаваемых «внутренней моделью пространственного восприятия». Психологическая наука накопила достаточный экспериментальный материал, подтверждающий состоятельность следующих эвристик:

1. Из всех возможных вариантов изменений, возможных в мире в воспринимаемой ситуации, наиболее вероятным считается тот, который предполагает стабильность максимального числа объектов (стабильность объектов относительно поверхности Земли).

2. Ориентация большей части тел относительно поверхности Земли совпадает с вертикальным или одним из горизонтальных направлений.

3. Замкнутые с элементами симметрии контуры с большей вероятностью очерчивают границы объектов, чем промежутки пространства между ними.

4. Постоянные или систематически меняющиеся градиенты величины и плотности элементов текстуры в потоке оптической стимуляции предметов реального мира обусловлены протяженностью соответствующих поверхностей.

5. Множество несовпадающих окрасок в зрительном поле невелико и дискретно, однонаправленные объекты протяженны, а освещение сцены происходит либо одним диффузным источником (небо), либо с добавлением одного точечного источника.

6. Тело занимает правильное положение в пространстве, и система координат, связанная с ним, согласуется с системой координат, связанной с поверхностью Земли.

7. Непосредственно не воспринимаемые в данный момент части ситуации остаются неподвижными или продолжают движение по тем законам, которые были им присущи в момент последнего наблюдения.

Перечисленные эвристики не исчерпывают их возможного множества. Изучение строения этого множества позволит, по-видимому, получить достаточно полный набор основных эвристических правил, который будет полезен и в системах представления знаний о пространстве (моделях предметной области¹) в интеллектуальных системах.

В процессе своей жизнедеятельности человек все время имеет дело с двумя основными системами отсчета или, вернее, с двумя совокупностями таких систем.

Одна совокупность связана с его *материальным телом*. Системы координат из данной совокупности можно назвать *эгоцентрическими*. Такая система координат использует шкалы типа «*вверх — вниз*», «*слева — справа*», «*вперед — назад*». Эгоцентрическая система координат может фиксировать положение тела относительно какой-либо выбранной в этот момент ключевой его точки (например, головы или правого глаза). Меняя местоположение ключевой точки, можно получать различные эгоцентрические системы координат.

Другая совокупность систем координат обусловлена *ключевыми точками внешнего мира*. Помещая в них начало отсчета, можно строить различные *экзоцентрические* системы координат (таковы, например, геодезические системы координат, используемые при составлении географических карт). Согласование координат того или иного объекта

¹ Там же.

и своего тела в совокупности эгоцентрических и экзоцентрических систем — одна из основных задач, постоянно решаемых человеком с помощью внутренней модели пространственного восприятия.

Интегральной характеристикой видимого пространства служит его *метрика*, в которой мы выражаем расстояния между объектами, их абсолютные и относительные размеры, а также их взаимное расположение. Один из *фундаментальных* результатов экспериментальной психологии состоит в обосновании того, что эта метрика для внутренней модели отлична от обычной метрики пространства Евклида.

Воспринимаемая *величина* предметов, так же как и видимое расстояние между двумя точками пространства, зависит как от оценок удалённости, так и от оценок направления, причём знание о размерах некоторого конкретного объекта в наблюдаемой ситуации, по всей видимости, никак не сказывается на оценке его видимой удалённости. Восприятие *пространственного положения* объектов тесно связано с системой локализаторов, имеющих в наблюдаемой ситуации. Если ситуацию лишить этих важных ориентиров, то теряется стабильность и надёжность «пространственных оценок» в местоположении предметов и оценке их размеров.

Важную роль в процессах выделения объектов из фона играют, скорее всего, процедуры выделения *регулярных участков пространства*, а также повторений изменения элементов зрительной и акустической информации. Если внутри некоторой части пространства нет элементов или изменений яркости, то она воспринимается как *отверстие, пустота*.

Внутренние субъективные представления о «пространственной организации внешней среды» в психологии часто называют *когнитивными картами*. Такие представления облегчают пространственную ориентацию и перемещения в среде. Они относятся к числу наиболее ранних и прочных компонентов памяти и оказывает влияние на восприятие, запоминание и узнавание объектов. Когнитивные карты изучались с использованием различных методик и различных объяснительных моделей. В области когнитивных карт, как и вообще в «психологии восприятия», существуют две различных концепции.

Согласно *первой* концепции зрительные образы понимаются как ментальные картинки, и в них сохраняются те свойства объектов и отношений между ними, которые были получены от рецепторов. Сторонники такой концепции считают, что «когнитивная карта» представляет собой набор чувственных образов и этому есть экспериментальное подтверждение. Согласно *второй* концепции, «когнитивные карты» чем-то похожи на «топографические планы» и «карты». Во всяком

случае, как показывают эксперименты, в памяти человека действительно хранятся не только мгновенные фотографии тех или иных «участков», но и знания о формах объектов и расстояниях между ними.

Истина, по-видимому, как всегда, находится где-то на пересечении крайних концепций. Во всяком случае, между «когнитивными» и «топографическими картами» существует немало экспериментально подтвержденных различий. В частности, внутренние представления о пространственной организации, формах объектов, их размерах и расстояниях между ними (как уже отмечалось) отличны от точной копии реальной пространственной ситуации. Они напоминают скорее огрубленную схему, используя которую человеку становится легче осуществлять поиск и восприятие информации о ситуациях во внешней среде. Очень грубой (но во многом справедливой) *моделью когнитивной карты* может служить *прямоугольная решетка*, в узлах которой расположены объекты.

Другими словами, мы вернулись к идее о двух внутренних «моделях пространственных представлений»: *перцептивной* и *когнитивной*.

Конечно, было бы интересно выяснить причину, по которой в «когнитивной карте» возникают искажения. Об этом среди специалистов по восприятию нет единого мнения.

Одни считают, что внутренние представления знаний таковы, что без искажения в них нельзя записать информацию о точной чувственно воспринятой ситуации. *Другие* полагают, что при объединении наблюдений в единую когнитивную карту происходит ее перегрузка локализаторами-ориентирами, что приводит к искажению оценок для расстояний, путей и направлений. По мнению *третьих*, искажения в «когнитивных картах» возникают от недостатка знаний о местности. В хорошо изученных «участках» «когнитивные карты», по их мнению, практически не содержат ошибок. Это положение, наверное, каждый мог бы подтвердить результатами собственного опыта. Всем приходилось в первый раз идти незнакомой дорогой, которая затем повторялась много раз. И, конечно, оценка пройденного расстояния при первом прохождении была куда выше, чем тогда, когда путь становился привычным.

Эксперимент, подтверждающий эти житейские наблюдения, был поставлен следующим образом. Нескольким группам студентов МГУ, обучающимся на различных факультетах (размещаемых в разных зданиях университета), было предложено попарно оценить расстояние между десятью объектами. Среди расстояний были как хорошо известные испытуемым (для студентов различных групп знакомыми были

разные маршруты), так и практически неизвестные расстояния, о которых можно было бы говорить лишь исходя из общего представления о расположении зданий в университетском городке. Результаты эксперимента показали, что испытуемые достаточно точно оценивали расстояния. Значимые различия оценок с истинными расстояниями составили в различных группах испытуемых от 20 до 24%, при этом ошибочно оценивались те расстояния, которые не были хорошо известны испытуемым. Их завышали. Чем менее знаком был оцениваемый маршрут, тем больше увеличивалось расстояние. Другим результатом эксперимента было выявление своеобразных сгущений-кластеров объектов. Такое сгущение объектов оказывалось постоянным при произвольных поворотах относительно других оцениваемых сгущений и объектов.

Таким образом, эксперимент показал, что искажаются не только мало знакомые участки пространственной ситуации, но и очень хорошо знакомые. Кроме того, результаты эксперимента подтверждают важность знакомства с местностью для безошибочного представления ее на когнитивной карте и, следовательно, наличие процедуры уточнения когнитивных карт в процессе накопления опыта.

Интересным представляется *другой эксперимент*, в котором участвовали две группы авиадиспетчеров, управляющих взлётом и посадкой самолетов в районе аэропорта. Одну группу составляли опытные авиадиспетчеры, а во второй группе профессиональный уровень испытуемых был значительно ниже. В ходе эксперимента выяснилось, что испытуемые первой группы обладали когнитивной картой зоны аэропорта, почти точно соответствующей тому трехмерному «участку», в котором диспетчер управляет движением и где расположены информационные радиомаяки. Испытуемые же второй группы часто работали с комплектом двумерных когнитивных карт, не объединяя их в единую трехмерную карту.

Подобные эксперименты ставят проблему выяснения того, как человек строит когнитивные карты, как он в онтогенезе учится этому искусству. Один из возможных ответов на этот вопрос был дан в работах швейцарских психологов, работавших под руководством Ж. Пиаже¹. Они выделяют три стадии построения когнитивных карт: *топологическую*, *проективную* и *метрическую*.

При развитии ребенка сначала реализуется *топологическая стадия*. Во время нее ребенок может отображать на «когнитивной карте» отдельные объекты пространственной ситуации, а также выделять

¹ Пиаже Ж. Теория, эксперименты, дискуссия / Под ред. Л. Ф. Обуховой, Г. В. Бурменской. М.: Академик, 2001.

по шкале «далеко — близко» взаимное расположение объектов и их сгущений-кластеров. На более поздней стадии развития дети переходят к *проективным когнитивным картам*, где доминирующую роль играют *эгоцентрические системы координат*. При этом «пространственный мир во внутренней модели» организуется в основном вследствие использования как оценок расстояний, так и ракурса, в котором видятся объекты пространственной среды. Лишь в более старшем возрасте, когда достаточно развито абстрактное мышление, ребенок переходит к «*когнитивным картам*», фиксирующим метрическую информацию. В тот же период формируется переход от доминирования *эгоцентрических* систем координат к согласованию их с *экзоцентрическими*.

При исследовании того, как дети учатся овладевать маршрутами своего движения в городе, было выяснено, что видимые ими «когнитивные карты» бывают двух типов. Они получили название: «*карта-путь*» и «*карта-обозрение*». Карта первого типа характерна для детей младшего возраста. Она тесно связана с их моторным опытом. На ней зафиксированы все нужные ориентиры и повороты. Задача включения маршрута в более широкую область, выявление взаимного расположения различных карт-путей для обладателей таких «когнитивных карт» весьма трудна, а подчас и неразрешима. В «*карте-обозрении*» доминируют не моторные схемы, а зрительные. На этой когнитивной карте зафиксированы объекты и ориентиры, не лежащие на основном маршруте движения. Различные маршруты оказываются увязанными и сориентированными между собой.

Процедура постепенного перерастания «*карты-пути*» в «*карту-обозрение*» наблюдалась в экспериментах и у взрослых, впервые попадавших в незнакомую им местность. В уже упомянутом эксперименте с авиадиспетчерами испытуемые, не обладавшие большим профессиональным опытом, представляли себе зону аэропорта в виде *совокупности карт-путей*, соответствовавшим воздушным коридорам, по которым они ведут самолеты на посадку и взлет. У более опытных их коллег «когнитивная карта» приобретала черты «*карты-обозрения*».

Ряд экспериментов показывает, что переход от карты-пути к карте-обозрению связан с обобщением *информации*, ее переструктурированием, при этом часть информации теряется. Почти никто из нас не в состоянии ответить на простейший вопрос: «Сколько окон в доме, где вы живете, по фасаду на каждом этаже?». Трудно сказать, сколько раз мы проходили мимо этого фасада. Но вряд ли когда-нибудь нам пришлось в голову пересчитать расположенные на нем окна.

Складывается впечатление, что карта-путь представляет собой совокупность *процедурных* знаний¹. Она состоит из множества продукций типа: «когда я дойду до книжного магазина, то надо повернуть налево». «Карта-обозрение» ближе к *декларативным* знаниям, носящим по сравнению с процедурными знаниями более общий характер. Поэтому при использовании «карт-путей» меньше ошибок, относящихся к оценкам расстояний вдоль данного пути, но значительно больше ошибок, обусловленных взаимным расположением путей. В «карте-обозрении» больше неточностей, касающихся конкретных маршрутов, и существенно меньше ошибок в общих представлениях.

Интересен экспериментально установленный в опыте с авиадиспетчерами факт. Он состоит в том, то «карта-обозрение», сформированная на основе непосредственного знакомства с местностью, оказывается хуже (т. е. порождает больше последующих ошибок), чем «карта-обозрение», полученная посредством обобщения созданных ранее «карт-путей».

«Карты-обозрения» необходимы для планирования маршрутов передвижения по местности. Они позволяют объяснить другому человеку тот или иной маршрут движения, заранее учесть возможные препятствия, а при незапланированном появлении их находить обходные пути. Но «карты-пути» также хранятся в нашей внутренней модели «пространственных представлений», ибо они содержат важные для жизни сведения о наиболее значимых маршрутах нашего перемещения в окружающем мире.

Итак, психология восприятия пространства позволяет нам сделать вывод: «внутренняя модель пространственных представлений человека не является точным аналогом внешней пространственной *ситуации*». В этом состоит ее коренное отличие от топографических карт и иных точных описаний пространства. «Когнитивные карты» лишь настолько близки к реальной пространственной ситуации, насколько это необходимо для осуществления нужной человеку деятельности.

Тот же принцип целесообразно использовать и при создании *базы знаний*² о пространстве в интеллектуальных системах. При этом в *лого-лингвистических моделях* пространства, которые будут заложены в искусственные системы, надо заложить те главные черты человеческого восприятия пространственных ситуаций и рассуждений о пространственных объектах, которые были проанализированы в данном разделе.

¹ Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005.

² Там же.

3.4.4. Составляющие «пространственной логики»

В «пространственной логике» важное значение имеет описание комплекса средств, которые могли бы имитировать представления человека о пространственных ситуациях и рассуждения о них.

В рассуждениях людей о «пространственных ситуациях» есть много общего с тем, что уже описывалось при анализе рассуждений о «временных структурах». Аналогом, «фиксирующим некоторый момент времени, относительно которого строится шкала отсчета времени, в пространственном случае является *точка пространственного высказывания* (ТПВ), относительно которой строятся те или иные системы отсчета. Как и во временной логике, где выделены три типа шкал — абсолютные, относительные и размытые, в «пространственных логиках» можно по аналогии выделить также три типа систем отсчета (их можно назвать трехмерными шкалами): *абсолютную, относительную и размытую* (общая структура составляющих пространственной логики приведена на рис. 3.2).

Рис. 3.2. Структура пространственной логики



Абсолютная система отсчета всегда экзоцентрическая. Как правило, ее начало совпадает с локализатором, фиксация которого в пространстве постулируется. Таким началом абсолютной системы отсчета может быть, например, северный географический полюс или местонахождение какой-либо звезды (например, Полярной звезды).

Относительная система отсчета может быть как экзоцентрической так и эгоцентрической. Примерами соответствующих высказываний в экзоцентрической системе отсчета будут: «в 2 км к западу от моста через реку Протву у Серпухова находится лес» или «от Москвы до Владимира по автомобильной дороге 186 км». Примером для эгоцентрической системы может служить высказывание: «в двух шагах от него пролетел глухарь».

Размытые системы отсчета также могут быть экзоцентрическими или эгоцентрическими, например: «недалеко от леса текла река».

Таким образом, различные типы трехмерных шкал определяют различные *пространственные логики*, пользующиеся абсолютными и относительными системами отсчета, и *топологические пространственные логики*, в которых применяются характеристики различного типа: *расстояний, направлений, взаимного расположения* объектов в пространстве.

Пример. В логике взаимного расположения объектов логический вывод умозаключения определяется атрибутивными *свойствами целостности (эмерджентности)*¹ базовых «топологических структур» (полносвязная, радиальная, иерархическая и др.) объектов, постулируемых в посылках (рис. 3.3).

Рис. 3.3. Примеры топологии базовых структур взаимного расположения объектов в пространстве



¹ Там же.

Свойства целостности базовых структур можно определить заранее математически точно, например, по показателю информационной производительности R [двед/с]:

$$R_1 = nr - n(n-1)\lambda r;$$

$$R_2 = nr - 2(n-1)\lambda r, r_1 \leq 2(n-1)\lambda r;$$

$$R_3 = nr - 2(n-1)\lambda r, n = (m^k - 1)/(m - 1),$$

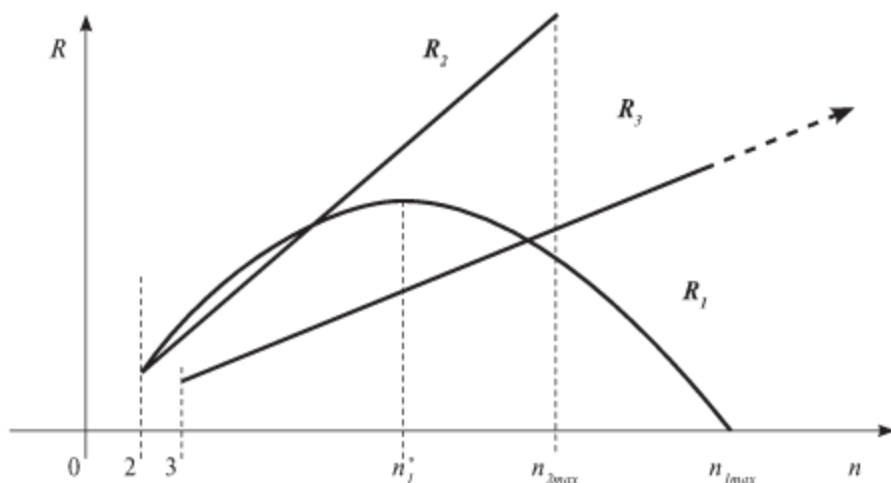
где n — количество элементов; $\lambda = r_{\text{св}}/r$ — коэффициент связи; r — информационная производительность одного элемента (одинаковая у всех элементов — для простоты анализа); $r_{\text{св}}$ — доля информационной производительности одного элемента, затрачиваемая на поддержание одной (прямой или обратной) связи между парой элементов; m — количество подчиненных элементов; $m, k \neq 1$ — для строгой линейной k -уровневой иерархии.

«Системный логический анализ» и решение приведенных тривиальных уравнений (полиномиального, линейного с ограничением на количество n , линейного без ограничения на количество n) показывает, что согласно построенным графикам зависимостей (см. рис. 3.4):

- *первая* базовая структура — полносвязная, обеспечивает квадратическую зависимость информационной производительности R_1 от количества n однородных элементов, имеющую экстремум при $n_1^* = (1+\lambda)/2\lambda$ (максимум производительности);
- *вторая* базовая структура — радиальная, обеспечивает линейную зависимость информационной производительности R_2 от количества n однородных элементов, имеющую критичный супремум при $n_{2\text{max}} = (1+2\lambda)/2\lambda$ (соответствующий критическому состоянию, когда вся информационная производительность r_1 первого — «главного» элемента затрачивается на поддержание всех $2(n-1)$ связей со всеми другими — «периферийными» элементами);
- *третья* базовая структура — иерархическая, обеспечивает линейную неограниченную зависимость информационной производительности R_3 от количества n однородных элементов (ограничение накладывается только на «радиальные фрагменты» структуры: количество $m \leq (1+2\lambda)/2\lambda$ подчиненных элементов).

Здесь уместно заметить, что, используя в качестве значения коэффициента λ связи значение эмпирического коэффициента $\lambda^0 \approx 0,098$ французского психолога Рингельмана (1861–1931), полученного им опытным путем для социальных групп, можно математически определить *оптимальное* (по производительности) количество $n_1^* = (1+\lambda)/2\lambda = 6$ членов любой экспертной группы, ориентированной на системный оперативный анализ методом «мозгового штурма» нештатной (аварийной) ситуации.

Рис. 3.4. Графики зависимости информационной производительности базовых структур от числа элементов



Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Что такое «модальная логика», причины ее возникновения. Перечислите общие формальные свойства модальных понятий.
2. Дайте определение понятия «темпоральной логики», перечислите решаемые ею задачи.
3. Поясните понятие «А-логики времени» и приведите ее основные законы.
4. Поясните понятие «В-логики времени» и приведите ее основные законы.
5. Что такое настоящее, прошедшее и будущее время в «темпоральной логике»?
6. Основные задачи «логики причинности». Приведите основные утверждения в «логике причинности».
7. Назовите и поясните основные проблемы, возникающие в «логике причинности» (причинно-следственных отношений).
8. Структурная (диалектическая) модель «причинности» и ее характеристики.
9. Перечислите основные свойства «чистого» пространства, используемые в логике пространственных отношений.
10. Поясните понятие «структурированного пространства», назовите его свойства.
11. Вывести логико-аналитическое выражение для определения критического количества однородных элементов в полносвязной структуре.
12. Вывести логико-аналитическое выражение для определения критического количества однородных элементов в радиальной структуре.

13. Вывести логико-аналитическое выражение для определения оптимального (по производительности) количества однородных элементов в полносвязной структуре.
14. Определить логически возможный диапазон изменения коэффициента связи для полносвязной структуры и ее «вырожденный» вариант при $n = 2$.
15. Определить логически возможный диапазон изменения коэффициента связи для радиальной структуры и ее «вырожденный» вариант при $n = 2$.
16. Определить логически возможный диапазон изменения коэффициента связи для иерархической структуры и ее «вырожденный» вариант при $n = 3$.

ГЛАВА 4.

Основы «символической логики»

Символическая логика — теория верных рассуждений. При этом абсолютно безразлично, к какой области эти рассуждения относятся. Цепочка рассуждений, относящихся к той или иной области, описывается на языке формальной (математической) логики, а затем проверяется их верность или ошибочность. Такая универсальность законов формальной логики обусловила ее широкое применение как в технических, так и в социальных (гуманитарных) науках. Она составляет теоретический фундамент построения и функционирования компьютеров, ее методы активно используются в экономике, медицине, психологии, языкознании, правоведении и др.

4.1. Высказывания и логические операции над ними

Основное понятие «символической логики» — *высказывание* (утверждение). Это понятие средствами «символической логики» не определяется. *Основной признак высказывания*: оно может быть или истинным, или ложным. При этом «высказывание» не может быть и истинным, и ложным одновременно. Говорят, что «истина» или «ложь» — возможные значения каждого из *высказываний*. Для примера приведем такие высказывания из разных областей:

«Математика — это круто!».

« H_2O — формула этилового спирта».

«Если 25 и 3 суть восьмеричные числа, то 25 делится на 3».

Не являются высказываниями фразы типа: «Любовь сама в себе таит зерно измены» (Д. Г. Байрон), «Зри в корень!» (Козьма Прутков),

«Разрешите выйти?» (студент первого курса). Про каждую из них нельзя сказать, истинна она или ложна.

Очевидно, что существуют *высказывания простые и сложные*. «Сложное высказывание» можно разложить на простые. Из приведенных выше высказываний первые два — простые, а третье состоит из двух простых высказываний: 25 и 3 суть восьмеричные числа и 25 делится на 3. «Простым высказыванием» называют такое высказывание, никакая часть которого высказыванием уже не является.

Другой пример «сложного» высказывания: «Если преступление предусмотрено общей и специальной нормами, совокупность преступлений отсутствует и уголовная ответственность наступает по специальной норме» (ч. 3 ст. 17 УК РФ). Простые высказывания в нем:

- преступление предусмотрено общей и специальными нормами;
- совокупность преступлений отсутствует;
- уголовная ответственность наступает по специальной норме.

«Символическую логику» нередко называют «булевой алгеброй» или «алгеброй логики», т. к. ее основы заложил английский математик Дж. Буль (1815–1864). Простые высказывания в *булевой алгебре* обозначают буквами и называют логическими переменными. *Логическая переменная* может принимать одно из двух значений: или «истина», или «ложь». Удобно значение «истина» обозначить символом 1, а значение «ложь» — символом 0.

В «символической логике» над логическими переменными выполняются *логические операции*. Каждая «логическая операция» задается своей таблицей, которая называется *таблицей истинности*. Входом таблицы является полный набор значений всех «логических переменных» — операндов (аргументов) данной логической операции, а выходом — результат этой логической операции.

К основным «логическим операциям» относятся:

Отрицание — одноместная операция. Отрицать можно только одно высказывание. Если аргументом в операции отрицания будет логическая переменная x , а результатом y , то эта операция задается таблицей (табл. 4.1). Как видим, значения x и y взаимно обратны. Поэтому для отрицания используют название «инверсия» (от англ. *inverse* — противоположность).

Таблица 4.1

x	y
0	1
1	0

Для отрицания вводят обозначение:

$$y = \neg x,$$

которое читается так: y есть НЕ x . Поэтому отрицание называют еще и операцией «НЕ».

Пусть x — утверждение: «Математика юристам необходима». Тогда инверсией $\neg x$ этого высказывания будет фраза: «Неправда, что математика юристам необходима».

Конъюнкция — многоместная операция. Для двух логических переменных x_1 и x_0 она задается таблицей (табл. 4.2). Как видно, конъюнкция истинна, когда все ее аргументы истинны; конъюнкция ложна, когда хотя бы один из ее аргументов ложен. Другими словами, $y = 1$ только тогда, когда $\text{И } x_1 = 1, \text{ И } x_0 = 1$.

Поэтому конъюнкцию называют операцией «И». Обозначают конъюнкцию символом \wedge , т. е.

$$y = x_1 \wedge x_0.$$

Таблица 4.2

x_1	x_0	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Результат конъюнкции совпадает с результатом умножения чисел 1 и 0. Поэтому ее называют ещё и *логическим умножением*.

Пусть x_1 — утверждение: «Двенадцать делится на три», а x_0 — высказывание: «Двенадцать делится на четыре». Их конъюнкцией $x_1 \wedge x_0$ будет высказывание: «Двенадцать делится на три и на четыре».

Конъюнкция n переменных записывается так:

$$y = x_{n-1} \wedge x_{n-2} \wedge \dots \wedge x_0.$$

Дизъюнкция — многоместная операция. Для двух логических переменных x_1 и x_0 она задается таблицей (табл. 4.3). Как видим, дизъюнкция ложна, когда все ее аргументы ложны; дизъюнкция истинна, когда хотя бы один из ее аргументов истинен. Другими словами, $y = 1$ тогда, когда ИЛИ $x_1 = 1$, ИЛИ $x_0 = 1$, ИЛИ оба аргумента равны 1 (когда хотя бы один из аргументов равен 1). Поэтому дизъюнкцию называют операцией «ИЛИ». Для обозначения дизъюнкции применяют символ \vee :

$$y = x_1 \vee x_0.$$

Результат дизъюнкции представлен в табл. 4.3, исключая последнюю строку, совпадает с результатом сложения чисел 0 и 1. Потому ее называют *логическим сложением*. Например, x_1 — недобросовестный конкурент причинил убытки другому хозяйствующему субъекту, x_0 — он нанес ущерб его деловой репутации. Тогда $x_1 \vee x_0$ — это или действие x_1 , или действие x_0 , или и то и другое вместе (и все они регулируются ст. 4 Закона о защите конкуренции).

Таблица 4.3

x_1	x_0	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Дизъюнкция n переменных записывается так:

$$y = x_{n-1} \vee x_{n-2} \vee \dots \vee x_0.$$

Результатом любой из рассмотренных логических операций может быть или 0, или 1. Значит, результат одной логической операции может выступать операндом в другой. Так можно составить суперпозиции логических операций (логические формулы) и из простых высказываний составлять сложные. При этом следует руководствоваться правилом о приоритетах логических операций. Эти приоритеты убывают в таком порядке: НЕ, И, ИЛИ, а требуемый порядок вычислений, нарушающий правило о приоритетах, задают скобками. Например (см. табл. 4.4),

$$y = \neg (x_1 \vee \neg x_0) \wedge (\neg x_1 \vee x_0).$$

Таблица 4.4

x_1	x_0	$x_1 \vee \neg x_0$	$\neg x_1 \vee x_0$	$(x_1 \vee \neg x_0) \wedge (\neg x_1 \vee x_0)$	$\neg ((x_1 \vee \neg x_0) \wedge (\neg x_1 \vee x_0))$
0	0	1	1	1	0
0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0

Отрицание, конъюнкция и дизъюнкция образуют функционально полную систему операций «символической логики».

Любую другую логическую операцию можно представить суперпозицией этих операций. Тем не менее приведем еще две логические

операции, которые имеют самостоятельное значение в алгебре высказываний.

Импликация — двуместная операция. Она задается табл. 4.5, а записывается как:

$$y = x_1 \rightarrow x_0.$$

Правая часть этой записи читается так: если x_1 , то x_0 . В импликации переменная x_1 называется *посылкой*, а x_0 — *заключением*. Из таблицы (см. табл. 4.5) видно, что импликация ложна, когда посылка истинна, а заключение ложно; на остальных наборах импликация истинна. В частности, логическую конструкцию импликации имеют все математические теоремы.

Таблица 4.5

x_1	x_0	y
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Например, «если два угла вертикальны, то они равны». Здесь x_1 — два угла вертикальны, x_0 — они равны. Верности теоремы отвечает последняя строка табл. 4.5. Утверждение «Если два угла вертикальны, то они не равны» — ложно, а это — третья строка табл. 4.5. Каждое из утверждений «Если два угла не вертикальны, то они равны» (см. строка вторая табл. 4.5) и «Если два угла не вертикальны, то они не равны» (см. первая строка табл. 4.5) может быть истинным или ложным. Но в импликации подобные утверждения однозначно определены как истинные.

В юридических документах форму импликаций имеют *правовые предписания*. Например (ч. 6 ст. 79 ЖК РФ): «Если договор поднайма жилого помещения, предоставленного по договору социального найма, заключен без указания срока, сторона договора — инициатор прекращения договора обязана предупредить другую сторону о прекращении договора поднайма за три месяца».

Запишем импликацию в терминах функционально полной системы операций:

$$x_1 \rightarrow x_0 = \neg x_1 \vee x_0.$$

В верности этого равенства можно убедиться, построив таблицу истинности (табл. 4.6) для правой его части и сравнив ее выход с выходом (см. табл. 4.5). При построении табл. 4.6 следует использовать табл. 4.1 и табл. 4.3.

Таблица 4.6

x_1	x_0	$\neg x_1$	$\neg x_1 \vee x_0$
0	0	1	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	1	0	1

Равнозначность — многоместная операция. Для двух переменных она задается табл. 4.4.

Как видно, равнозначность истинна, когда все ее аргументы принимают одинаковые значения — или все одновременно ложны, или все одновременно истинны; равнозначность ложна, когда значение хотя бы одного из аргументов отлично от значений других.

Обозначают равнозначность символом « \equiv »:

$$y = (x_1 = x_0).$$

Правая часть этой записи читается так: x_1 тогда и только тогда, когда x_0 . Любое равенство, если его рассматривать как одно высказывание, является равнозначностью. Например, «Все едино, что в лоб, что по лбу».

Равнозначность n переменных записывается следующим образом:

$$y = (x_{n-1} = x_{n-2} = \dots = x_0).$$

Синонимы для равнозначности: « x_1 в том, и только в том случае, когда x_0 »; x_1 есть необходимое и достаточное условие для x_0 ; x_0 есть необходимое и достаточное условие для x_1 ; если x_1 , то x_0 , И если x_0 , то x_1 ».

Последний из синонимов равнозначности позволяет составить для нее ещё и такое выражение:

$$(x_1 = x_0) = (x_1 \rightarrow x_0) \wedge (x_0 \rightarrow x_1).$$

Читателю предлагается проверить верность этой формулы самостоятельно.

В терминах функционально полной системы операций равнозначность двух переменных записывается так:

$$(x_1 = x_0) = \neg x_1 \wedge \neg x_0 \vee x_1 \wedge x_0.$$

Составив таблицу истинности для правой части этой формулы (табл. 4.8) и сравнив ее выход с выходом табл. 4.7, убедимся в верности приведенной формулы.

Таблица 4.7

x_1	x_0	y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Таблица 4.8

x_1	x_0	$\neg x_1 \wedge \neg x_0$	$x_1 \wedge x_0$	$\neg x_1 \wedge \neg x_0 \vee x_1 \wedge x_0$
0	0	1	0	1
0	1	0	0	0
1	0	0	0	0
1	1	0	1	1

Полезно бывает произвести анализ правовых норм средствами «алгебры логики» для обнаружения и устранения в них неясностей, неоднозначностей. Возьмем, к примеру, такое высказывание: «Уголовной ответственности подлежит лицо, достигшее ко времени совершения преступления шестнадцатилетнего возраста» (ч. 1 ст. 20 УК РФ). Буквальное прочтение этого высказывания позволяет привлечь к уголовной ответственности любого из очевидцев и даже жертву преступления. По смыслу данное высказывание суть импликация, у которой заключение (лицо подлежит уголовной ответственности) предшествуетсылке (лицо достигло ко времени совершения преступления 16-летнего возраста). А всылке нет основополагающего утверждения: лицо совершило преступление. Нужно было бы сначала сформулировать данную норму в соответствии с требованиями синтаксиса импликации в «символической логике»: если лицо совершило преступление и ко времени его совершения оно достигло 16-летнего возраста, то это лицо подлежит уголовной ответственности. И только после этого можно было бы изложить его так: уголовной ответственности подлежит лицо, совершившее преступление и достигшее ко времени его совершения 16-летнего возраста.

До сих пор мы имели дело со сложными высказываниями, в которых можно было выделить два-три простых утверждения. На практике

приходится оперировать с более сложными высказываниями. Например, приведем такое «сложное высказывание» (y): «Преступление признается совершенным с прямым умыслом, если лицо осознавало общественную опасность своих действий (бездействия), предвидело возможность или неизбежность наступления общественно опасных последствий и желало их наступления» (ч. 2 ст. 25 УК РФ).

«Простые высказывания» в нем:

- преступление признается совершенным с прямым умыслом (x_0),
- лицо осознавало общественную опасность своих действий (бездействия) (x_1),
- лицо предвидело возможность наступления общественно опасных последствий своих действий (x_2),
- лицо предвидело неизбежность наступления общественно опасных последствий своих действий (x_3),
- лицо желало их наступления (x_4).

Эти *простые высказывания* (булевы переменные) связаны таким набором логических операций:

$$y = (x_1 \wedge (x_2 \vee x_3) \wedge x_4) \rightarrow x_0.$$

Как видно, в этой формуле пять логических переменных, и построить для нее «таблицу истинности» непросто. Дело в том, что «таблица истинности» для n переменных будет иметь 2^n строк для всех комбинаций (наборов), составляющих значения этих переменных (от набора «все — нули» до набора «все — единицы»). При $n = 5$ в таблице будет 32 строки. При ее заполнении нужно не пропустить ни одного из наборов, а какие-то наборы не повторить. Правда, существует простое правило заполнения таблицы наборами значений переменных. Оно основано на том факте, что любая из логических переменных на половине из 2^n наборов имеет значение 0, а на другой половине — значение 1.

Распределим логические переменные по колонкам слева направо в порядке убывания их индексов: $x_4 x_3 x_2 x_1 x_0$. Правую колонку для x_0 заполняем сверху вниз последовательностью: ноль, один, ноль, один и др. до единицы в последней строке таблицы. Колонку для x_1 заполняем последовательностью два нуля две единицы, колонку для x_2 — последовательностью четыре нуля, четыре единицы. Продолжаем эту процедуру: частота смены нулей и единиц в каждой следующей колонке вдвое меньше, чем в предыдущей. В самой левой колонке для x_4 первые 16 строк будут заполнены нулями, а остальные 16 строк — единицами. Именно по этому правилу заполняются таблицы истинности.

4.2. Аксиомы и теоремы «символической логики»

В «символической логике» («булевой алгебре») для любых высказываний A , B и C справедливы следующие аксиомы «алгебр логики» (табл. 4.9): 1...5 и 1'...5', а также и теоремы 6...12 и 6'...11'. Для дизъюнкции и конъюнкции в «булевой алгебре» действуют законы коммутативные 1, 1', ассоциативные 2, 2' и дистрибутивные 3, 3'. Коммутативность операции позволяет располагать операнды в ней в произвольном порядке. Ассоциативность позволяет свести многоместную операцию к последовательности двуместных операций. Дистрибутивность позволяет выносить за скобки однородные члены или задает правило раскрытия скобок¹.

Таблица 4.9

1	$A \vee B = B \vee A$	2	$A \vee B \vee C = (A \vee B) \vee C$
1'	$A \wedge B = B \wedge A$	2'	$A \wedge B \wedge C = (A \wedge B) \wedge C$
3	$A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$	4	$A \vee 0 = A$
3'	$A \wedge (B \vee C) = (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$	4'	$A \wedge 1 = A$
5	$A \vee \neg A = 1$	6	$A \vee 1 = 1$
5'	$A \wedge \neg A = 0$	6'	$A \wedge 0 = 0$
7	$A \vee A = A$	8	$A \vee (A \wedge B) = A$
7'	$A \wedge A = A$	8'	$A \wedge (A \vee B) = A$
9	$(A \wedge B) \vee (A \wedge \neg B) = A$	10	$\neg(A \vee B) = \neg A \wedge \neg B$
9'	$(A \vee B) \wedge (A \vee \neg B) = A$	10'	$\neg(A \wedge B) = \neg A \vee \neg B$
11	$\neg 0 = 1$	12	$\neg \neg A = A$
11'	$\neg 1 = 0$		

Как видно, приведенная «система аксиом» и «теорем алгебры логики» отвечает принципу двойственности.

¹ Королев В. Т., Ловцов Д. А., Радионов В. В., Квачко В. Ю. Информатика и математика для юристов: Учебник / Под ред. Д. А. Ловцова. М.: Высшая школа, 2008.

Таблицы, которые задают операции «алгебры логики», тоже по сути своей аксиомы. Заменяя в этих таблицах логические переменные произвольными высказываниями A и B , их можно свести в одну общую таблицу (табл. 4.10). Приоритеты этих операций убывают в таком порядке: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, импликация, равнозначность.

Таблица 4.10

A	B	$\neg A$	$A \wedge B$	$A \vee B$	$A \rightarrow B$	$(A = B)$
0	0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	1	1

Известны формулы, которые позволяют представить импликацию и равнозначность для высказываний A и B в терминах функционально полной системы операций «алгебры логики»:

$$A \rightarrow B = \neg A \vee B \quad (4.1)$$

$$(A = B) = \neg A \wedge \neg B \vee A \wedge B \quad (4.2)$$

Каждая из теорем легко доказывается с помощью табл. 4.9 и табл. 4.10. Так, утверждение 12, которое называется «законом двойного отрицания», доказывается непосредственной проверкой (табл. 4.11).

Таблица 4.11

A	$B = \neg A$	$C = \neg B = \neg \neg A$
0	1	0
1	0	1

Например, высказывание: «Неправда, что математика юристу не нужна» не что иное, как двойное отрицание исходного утверждения «Математика юристу нужна».

Утверждения 9 и 9' называются «законами склеивания». Докажем второе из этих утверждений:

$$(A \vee B) \wedge (A \vee \neg B) = \langle 3 \rangle = A \vee (B \wedge \neg B) = \langle 5' \rangle = A \vee 0 = \langle 4 \rangle = A.$$

Читателю предлагается самостоятельно доказать утверждения 10 и 10', которые называются «правилами де Моргана» (по имени

шотландского математика и логика Огастеса де Моргана (1806–1871), первого президента Лондонского математического общества).

Пример (иллюстрирует одно из этих правил). Про кого-то говорят: «Ни рыба, ни мясо!». Средствами логики эта фраза строится так: «(он НЕ рыба) И (он НЕ мясо)». Легко видеть, что это правая часть тождества 10. Ту же мысль можно сформулировать иначе: «НЕПРАВДА, что (он рыба ИЛИ он мясо)». А эта конструкция — суть левая часть тождества 10.

Приведенные тождества 1...11, 1'...11' и 12 можно использовать для эквивалентных преобразований аналитических выражений и для доказательства любых других утверждений «алгебры логики». Однако в таблице (см. табл. 4.9) нет операций импликации и равнозначности. Потому прежде чем воспользоваться этими тождествами, в исходном выражении необходимо с помощью формул (4.1) и (4.2) выразить импликации и равнозначности в терминах функционально полной системы операций.

Пример. Жюри из трех человек A , B , C принимает решение большинством голосов. При этом каждый член жюри может голосовать либо «за», либо «против». Опишем средствами «алгебры логики» все возможные результаты голосования. Для этого каждому из членов жюри поставим в соответствие свою логическую переменную D ($D = \{A, B, C\}$), которая принимает значение 0, если он голосует «против», и значение 1, когда он голосует «за». Логическая переменная R принимает значение 0, если решение не принимается, и значение 1, если оно принимается.

Составим «таблицу истинности» (табл. 4.12). Колонки для C , B и A заполняем по описанному выше правилу. Как видно, R равно 1 тогда, когда хотя бы два из трех аргументов A , B и C равны 1 (хотя бы два из трех членов жюри голосуют «за»).

Таблица 4.12

A	B	C	R
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

По данным «таблицы истинности» можно построить аналитическое выражение для R . Рассмотрим один из возможных способов получить из «таблицы истинности» аналитическое выражение для R , а именно, «построение формулы по единицам». Для этого выделим в табл. 4.11 те строки, в которых $R = 1$, и составим для каждой из этих строк конъюнкцию всех аргументов. При этом переменная D ($D = \{A, B, C\}$) входит в такую конъюнкцию прямо, если в данной строке $D = 1$, если же здесь $D = 0$, то она входит в конъюнкцию под знаком инверсии. Полученные конъюнкции объединим операцией дизъюнкции. В результате получим аналитическое выражение для R :

$$R = (\neg A \wedge B \wedge C) \vee (A \wedge \neg B \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge \neg C) \vee (A \wedge B \wedge C).$$

Пользуясь эквивалентностями алгебры логики, это выражение можно упростить:

$$R = \langle 7 \rangle = (\neg A \wedge B \wedge C) \vee (A \wedge \neg B \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge \neg C) \vee (A \wedge B \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge C) = \langle 2, 9, 6 \rangle = (B \wedge C) \vee (A \wedge C) \vee (A \wedge B).$$

Приведенные ранее выражения для импликации и равнозначности в терминах «булевой алгебры» были получены именно таким способом (построены по единицам).

Пример. Юридическая интерпретация закона достаточного основания может быть такой: «если составлен перечень улик (A), достаточный для заключения о виновности (B), и эти улики собраны (A), то обвиняемый виновен (B)». На языке алгебры высказываний этот закон можно выразить такой равнозначностью:

$$(((A \rightarrow B) \wedge A) \rightarrow B) = 1.$$

Покажем, что общая схема рассуждений в формулировке закона верна (аргументация обвинения логически корректна). Сначала упростим посылку второй импликации:

$$(A \rightarrow B) \wedge A = \langle (4.1) \rangle = (\neg A \vee B) \wedge A = \langle 3' \rangle = (\neg A \wedge A) \vee (B \wedge A) = \langle 5' \rangle = 0 \vee B \wedge A = \langle 4, 1 \rangle = A \wedge B.$$

Следовательно,

$$(((A \rightarrow B) \wedge A) \rightarrow B) = ((A \wedge B) \rightarrow B) = \langle (4.1) \rangle = (\neg(A \wedge B) \vee B) = \langle 10' \rangle = \neg A \vee \neg B \vee B = \langle 5, 6 \rangle = 1.$$

Значит, логически формулировка закона достаточного основания верна.

Итак, символическая логика развивает культуру логичных рассуждений, необходимую в любой области знаний (а в правоведении — особенно).

Однако нужно заметить, что применимость средств «алгебры логики» ограничена. Так, утверждения $A \wedge B$ и $B \wedge A$ в «алгебре логики» абсолютно одинаковы в силу аксиомы 1'. А вот фразы: «У Маруси родился ребенок (A), и она вышла замуж (B)» и «Маруся вышла замуж (B), и у нее родился ребенок (A)» понимаются по-разному. Это обусловлено тем, что элементарные высказывания в приведенных фразах следуют одно за другим во времени.

А в «алгебре высказываний» «время» не является аргументом — элементарные высказывания не распределяются во времени. Значит, стремиться перевести рассуждения на язык «алгебры логики» и анализировать эти рассуждения ее средствами нужно, однако при этом следует быть аккуратным. К тому же есть случаи, когда это и вовсе невозможно сделать. Например, утверждение $A \wedge \neg A = 0$ абсолютно верно. Но неподвластны этому закону строки из стихотворения средневековой французской поэтессы Л. Лабе (1522–1566):

«От счастья я в тоске смертельной плачу,
Легка мне жизнь, легка и тяжела».

Это значит, что отнюдь не всякую гармонию можно проверить алгеброй (пусть это даже и «алгебра логики»).

4.3. Логические операции «нечеткой логики»

Логика нечетких множеств (нечеткая логика) — раздел «символической логики», являющийся обобщением классической логики и теории множеств, базирующийся на понятии «нечеткого множества» как объекта с функцией принадлежности элемента к множеству, принимающей любые значения в интервале $[0, 1]$, а не только 0 или 1. На основе этого понятия вводятся различные логические операции над «нечеткими множествами» и формулируется понятие «лингвистической переменной»¹, в качестве значений которой выступают «нечеткие множества».

Предметом «нечеткой логики» является построение моделей приближенных рассуждений человека, способного принимать практически правильные решения в условиях неполной и нечеткой информации, и их применение в разных сферах науки, техники и производства².

¹ Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.

² Вацекин А. Н. Применение математических методов теории нечетких множеств при моделировании принятия решений в экономической и правовой сфере // Экономика. Статистика. Информатика. Вестник УМО МЭСИ. 2013. № 3. С. 18–21; Круглов В. В., Дли М. И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. М.: Физматлит, 2002.

«Нечеткая логика» — набор нестрогих правил, в которых для достижения поставленной цели могут использоваться радикальные идеи, интуитивные догадки, а также опыт специалистов, накопленный в соответствующей области. «Нечеткой логике» свойственно отсутствие строгих стандартов. Чаще всего она применяется в экспертных системах, нейронных сетях и системах искусственного интеллекта. Вместо традиционных значений «Истина» и «Ложь» в «нечеткой логике» используется более широкий диапазон значений, среди которых «Истина», «Ложь», «Возможно», «Иногда», «Не помню» («Как бы Да», «Почему бы и Нет», «Еще не решил», «Не скажу...»). «Нечеткая логика» просто незаменима в тех случаях, когда на поставленный вопрос нет четкого ответа («да» или «нет»; «0» или «1») или наперед неизвестны все возможные ситуации. Например, в «нечеткой логике» высказывание вида « X есть большое число» интерпретируется как имеющее неточное значение, характеризующееся некоторым нечетким множеством.

В настоящее время практическое применение «нечеткой логики» можно обнаружить как в крупномасштабных системах оценки глобального загрязнения атмосферы и предвидения землетрясений, так и в бытовой технике (микрочипах): в стиральных машинах, видеокамерах, персональных компьютерах, моторных отсеках автомобилей и др. На Западе «нечеткая логика» широко применяется при анализе новых рынков, биржевой игре, оценке политических рейтингов, выборе оптимальной ценовой стратегии и др.

В области «нечеткой логики» можно также выделить два основных направления научных исследований:

- «нечеткая логика» в широком смысле — теория приближенных вычислений;
- «нечеткая логика» в узком смысле — символическая нечеткая логика.

4.3.1. Определение «нечеткого множества»

Обычное (четкое) подмножество $A \subseteq U$ универсального множества U , элементы $x \in U$ которого удовлетворяют некоторому свойству C , определяется как множество упорядоченной пары $A = \{\mu_A(x)/x\}$, где $\mu_A(x)$ — характеристическая функция, принимающая значение 1, когда x удовлетворяет свойству C , и 0 — в противном случае. *Нечеткое подмножество* $N \subseteq U$ отличается от обычного подмножества A тем, что для $x \in U$ нет однозначного ответа относительно свойства C .

В связи с этим *нечеткое подмножество* $N \subseteq U$ *универсального множества* U определяется как множество упорядоченной пары $N = \{\mu N(x)/x\}$, где $\mu N(x)$ — характеристическая *функция принадлежности*, принимающая значение в некотором упорядоченном множестве $M = [0; 1]$ принадлежностей. Если $M = \{0, 1\}$, т. е. включает только два элемента, тогда нечеткое подмножество N может рассматриваться как обычное (четкое) множество. Функция $\mu N(x)$ принадлежности указывает степень принадлежности элемента x к подмножеству N .

Пример. Построим нечеткое множество N — «молодые люди». Нижнюю границу возраста определить не трудно (задав, например, 0 лет), но верхнюю границу определить непросто. Поэтому сначала можно установить верхнюю границу в 20 лет. Таким образом, имеем множество N как четко ограниченный интервал лет: $N = [0; 20]$. Возникает вопрос: почему человек в свой 20-летний (25-летний и др.) день рождения еще молодой, а на следующий день уже нет?

Более естественный путь построения множества N состоит в ослаблении строгого деления на молодых и не молодых. Сделаем это, вынося не только четкие суждения: «Да, он принадлежит множеству молодых людей» или «Нет, он не принадлежит множеству молодых людей», но и гибкие формулировки: «Да, он принадлежит к довольно молодым людям», «Нет, он не очень молодой».

Рассмотрим, как с помощью нечеткого множества определить выражение «он еще молодой».

Пусть:

1. $M = [0; 1]$, т. е. характеристическая функция принадлежности $0 \leq \mu N(x) \leq 1$. Тогда число 1 соответствует элементу, принадлежащему множеству N ; число 0 означает, что элемент точно не принадлежит множеству N ; все другие значения определяют степень принадлежности к множеству N .

2. $U = \{x_1 = 0; x_2 = 20; x_3 = 25; x_4 = 30; x_5 = 35; x_6 = 50\}$, где приведены значения возрастов T в годах.

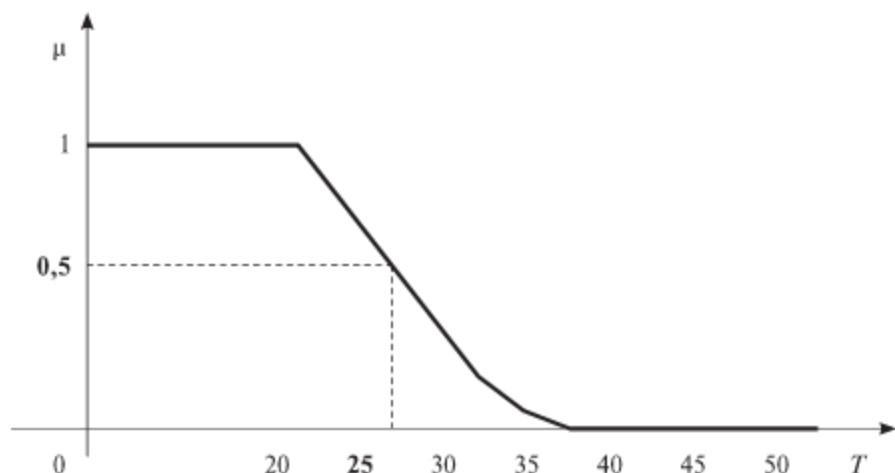
3. N — нечеткое множество «молодые люди», для которого экспертным путем заданы следующие значения функции принадлежности: $\mu N(x_1) = 1; \mu N(x_2) = 1; \mu N(x_3) = 0,5; \mu N(x_4) = 0,2; \mu N(x_5) = 0,1; \mu N(x_6) = 0$ (рис. 4.1).

Тогда нечеткое множество N можно представить в виде:

$$N = \{1/0; 1/20; \mathbf{0,5/25}; 0,2/30; 0,1/35; 0/50\}.$$

Отсюда, человек в возрасте 25 лет принадлежит множеству «молодые люди» со степенью принадлежности 0,5.

Рис. 4.1. Аппроксимация функции принадлежности



4.3.2. Логические операции над «нечеткими множествами»

Для нечетких множеств, как и для обычных, определены следующие основные логические операции, обладающие определенными свойствами (табл. 4.13)¹:

1. *Пересечение* двух нечетких множеств A и B (нечеткое «И»):

$$A \cap B: \mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)),$$

т. е. $A \cap B$ — наибольшее нечеткое подмножество, которое одновременно находится и в A и в B , с функцией принадлежности $\mu_{A \cap B}(x)$.

2. *Объединение* двух нечетких множеств (нечеткое «ИЛИ»):

$$A \cup B: \mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)),$$

т. е. $A \cup B$ — наименьшее нечеткое подмножество, которое включает как A , и B , с функцией принадлежности $\mu_{A \cup B}(x)$.

3. *Разность* двух нечетких множеств:

$$A \setminus B: \mu_{A \setminus B}(x) = \mu_{A \cap \bar{B}}(x) = \min(\mu_A(x), 1 - \mu_B(x)).$$

4. *Дополнение* двух нечетких множеств:

$$B = \bar{B} \text{ или } A = \bar{A}: \mu_A(x) = 1 - \mu_B(x).$$

¹ Дьяконов В. П., Круглов В. В. *MATLAB*. Математические пакеты расширения: Спец. справочник. СПб.: Питер, 2001 (главы по «нечеткой логике» и нейронным сетям).

5. Равенство двух нечетких множеств:

$$A = B: \mu A(x) = \mu B(x).$$

6. Доминирование или содержание для двух нечетких множеств:

$$A \subset B: \mu A(x) < \mu B(x),$$

т. е. В доминирует А или А содержится в В.

Пример 1. Пусть заданы следующие нечеткие множества:

$$A = 0,4/x_1 + 0,2/x_2 + 0/x_3 + 1/x_4;$$

$$B = 0,7/x_1 + 0,9/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4;$$

$$C = 0,1/x_1 + 1/x_2 + 0,2/x_3 + 0,9/x_4.$$

Таблица 4.13

Свойства операций пересечения и объединения «нечетких множеств»

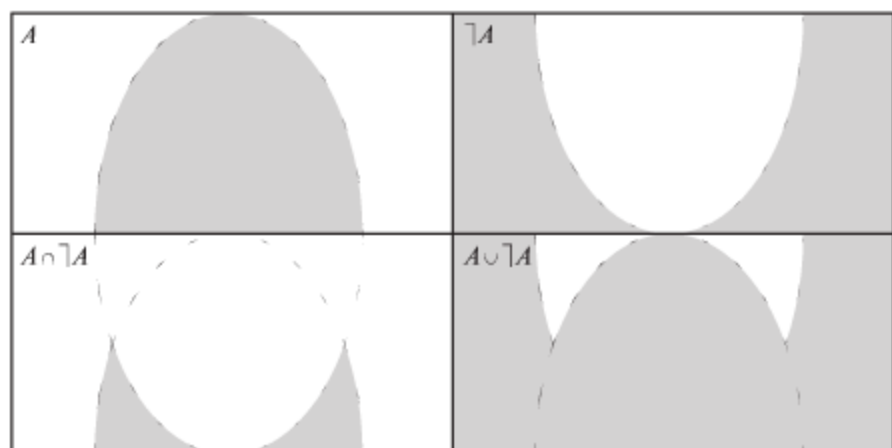
Операции	Свойства и отношения
$A \cap B = B \cap A$ $A \cup B = B \cup A$	Коммутативность
$A \cap A = A$ $A \cup A = A$	Идемпотентность
$(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$ $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$	Ассоциативность
$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$	Дистрибутивность
$A \cup \emptyset = A$ $A \cap \emptyset = \emptyset$	Связь с пустым множеством \emptyset , $\mu \emptyset(x) = 0 \quad \forall x \in U$
$A \cup U = U$ $A \cap U = A$	Связь с универсальным множеством U
$A \cap B = \overline{A \cup \overline{B}}$ $A \cup B = \overline{A \cap \overline{B}}$	Теоремы де Моргана
$A \cap \overline{A} \neq \emptyset$ $A \cup \overline{A} \neq U$	(см. рис. 4.2)
$\mu \{\delta A(x)\} = \delta \{\mu A(x)\}$	$\delta > 0$

В результате последовательного выполнения логических операций имеем:

$$1. A \cap B = 0,4/x_1 + 0,2/x_2 + 0/x_3 + 1/x_4.$$

$$2. A \cup C = 0,7/x_1 + 0,9/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4.$$

Рис. 4.2. Иллюстрация операций пересечения и объединения нечетких множеств



$$3. A \setminus C = A \cap \bar{B} = 0,3/x_1 + 0,1/x_2 + 0/x_3 + 0/x_4.$$

$$B \setminus A = \bar{A} \cap C = 0,6/x_1 + 0,8/x_2 + 0,1/x_3 + 0/x_4.$$

$$4. \bar{A} = 0,6/x_1 + 0,8/x_2 + 1/x_3 + 0/x_4.$$

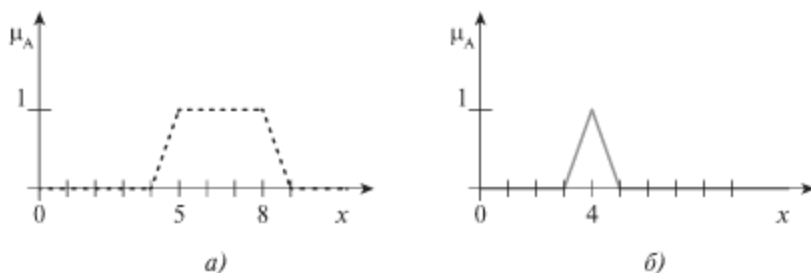
$$\bar{B} = 0,3/x_1 + 0,1/x_2 + 0,9/x_3 + 0/x_4.$$

$$5. A \neq B \neq C.$$

6. $A \subset B$, т.е. B доминирует A или A содержится в B ; C несравнимо ни с A , ни с B , т.е. пары $\langle A, C \rangle$ и $\langle B, C \rangle$ — пары недоминируемых нечетких множеств.

Пример 2. Даны функции принадлежности $\mu_A(x)$, где A — нечеткий интервал между натуральными числами 5 и 8 (рис. 4.3, а), и $\mu_B(x)$, где B — нечеткое число около 4 (см. рис. 4.3, б).

Рис. 4.3. Графики функций принадлежности нечетких множеств A и B



В результате выполнения логических операций пересечения $A \cap B$ и объединения $A \cup B$ данных нечетких множеств и дополнения (отрицания) множества A получим функции принадлежности $\mu_{A \cap B}(x)$ пересечения (рис. 4.4, а), $\mu_{A \cup B}(x)$ объединения (см. рис. 4.4, б) и $\mu_{\bar{A}}(x)$ отрицания (рис. 4.5), представленные утолщенной линией на графиках.

Рис. 4.4. Графики функций принадлежности множеств $A \cap B$ и $A \cup B$

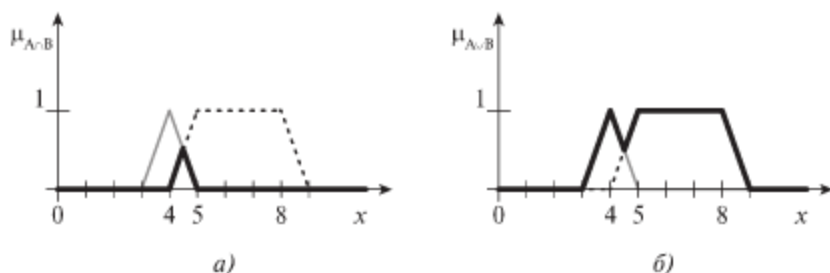
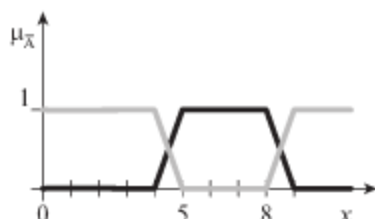


Рис. 4.5. График функции принадлежности множества \bar{A}



4.3.3. Нечеткий логический вывод

Для проведения операции «нечеткого логического вывода» создается соответствующая полная база «нечетких правил» (БНП), содержащая нечеткие высказывания в форме «если, то» и функции принадлежности для соответствующих лингвистических термов. Для обеспечения полноты базы должны соблюдаться следующие условия:

- имеется хотя бы одно правило для любого лингвистического терма входной переменной, в котором этот терм используется в качестве предпосылки (левая часть правила);
- имеется хотя бы одно правило для каждого лингвистического терма выходной переменной.

Пример 1. Пусть в БНП имеется m нечетких правил вида:

R_i : ЕСЛИ x_1 это A_{1i} ... И ... x_n это A_{ni} , ТО y это B_i

...
 R_i : ЕСЛИ x_1 это A_{i1} ... И ... x_n это A_{in} , ТО y это B_i

...
 R_m : ЕСЛИ x_1 это A_{1m} ... И ... x_n это A_{nm} , ТО y это B_m ,

где $x_k, k = 1, \dots, n$ — входные переменные; y — выходная переменная; A_{ik} — заданные нечеткие множества с функциями принадлежности.

Результатом «нечеткого логического вывода» является четкое значение переменной y^* на основе заданных четких значений $x_k, k = 1, \dots, n$.

В общем случае механизм логического вывода включает четыре этапа: введение нечеткости, нечеткий вывод, композиция и приведение к четкости. Основу нечеткого логического вывода составляет *композиционное правило Заде*: «если известно нечеткое отношение R между входной x и выходной y переменными, то при нечетком значении входной переменной $x=A$ нечеткое значение выходной переменной определяется так: $y=A \otimes R$, где \otimes — максиминная композиция».

Пример 2. Дано нечеткое правило R : ЕСЛИ $x = A$, ТО $y = B$ с нечеткими множествами:

$$A = 0/1 + 0,1/2 + 0,5/3 + 0,8/4 + 1/5;$$

$$B = 1/5 + 0,8/10 + 0,4/15 + 0,2/20.$$

Определить значение выходной переменной y , если:

$$x = C = 0,3/1 + 0,5/2 + 1/3 + 0,7/4 + 0,4/5.$$

Вначале рассчитаем нечеткое отношение, соответствующее правилу R , применяя операцию нахождения минимума:

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0,1 & 0,1 & 0,1 \\ 0,5 & 0,5 & 0,4 & 0,2 \\ 0,8 & 0,8 & 0,4 & 0,2 \\ 1 & 0,8 & 0,4 & 0,2 \end{bmatrix}.$$

Теперь, по формуле $y = C \otimes R$ рассчитаем нечеткое значение выходной переменной:

$$y = 0,7/5 + 0,7/10 + 0,4/15 + 0,2/20.$$

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Используя тождества «математической логики», доказать истинность высказывания S с использованием «таблиц истинности» и аналитически:

$$S = ((A \wedge \neg B) \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow B).$$

2. Приоритетность операций «математической логики». Правила их применения при исследовании высказываний.
3. Перевести на язык «алгебры логики» следующее предложение: «Уголовной ответственности подлежит лицо, достигшее ко времени совершения преступления 16-летнего возраста».
4. Перевести на язык «алгебры логики» следующее предложение: «Лицо не подлежит уголовной ответственности за преступление, если оно добровольно и окончательно отказалось от доведения этого преступления до конца».
5. Доказать истинность следующего утверждения: $S = (\neg(A \wedge \neg A) = 1)$ («закон противоречия»).
6. Доказать истинность следующего утверждения: $S = (A \wedge (A \rightarrow B) \rightarrow B)$ («правило извлечения следствия»).
7. Доказать истинность следующего утверждения: $S = ((A \rightarrow \neg A) \rightarrow \neg A)$ («принцип приведения к абсурду»).
8. Доказать истинность следующего утверждения: $S = ((A \rightarrow B) = (\neg B \rightarrow \neg A))$ («закон контрапозиции»).
9. Доказать истинность следующего утверждения: $S = ((A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow C)) \rightarrow (A \rightarrow C)$ (закон силлогизма).
10. Перечислить логические операции над «нечеткими множествами».
11. Объяснить «теоремы де Моргана» для «нечетких множеств».
12. Задать функцию принадлежности и построить «нечеткое множество» «Горячая вода».
13. Объяснить свойства операций пересечения и объединения «нечетких множеств».
14. Обосновать «композиционное правило Заде».

Задачи на логическое доказательство истинности высказываний

Используя тождества «символической логики», доказать истинность высказывания S (номер варианта W).

0. $S = \neg((A \wedge B) \rightarrow (B \rightarrow A)) \rightarrow ((A \vee B) \rightarrow (A \wedge \neg B)).$
1. $S = \neg((A \rightarrow B) \rightarrow (A \wedge B)) = (B \rightarrow A) \rightarrow \neg(A \vee B).$
2. $S = \neg(A \wedge \neg B) \vee \neg A \rightarrow (\neg A \vee B).$
3. $S = ((A \wedge B \vee \neg A \wedge \neg B) = (\neg A \vee B) \wedge (A \vee \neg B)).$
4. $S = ((\neg B \wedge (\neg A \vee B)) \rightarrow \neg A).$
5. $S = ((B \rightarrow A) \rightarrow (A \wedge B) = (A \rightarrow B) \wedge (A \vee B)).$
6. $S = (A \rightarrow B) \rightarrow ((A \wedge \neg B) \rightarrow \neg A).$
7. $S = ((A \vee B) \rightarrow (A \wedge B) = \neg((A \rightarrow B) \rightarrow (\neg A \wedge B))).$
8. $S = \neg(A \rightarrow B) \wedge \neg(\neg B \rightarrow \neg A) \vee (\neg A \vee B).$
9. $S = \neg((A \vee B) \rightarrow \neg(B \rightarrow A)) = (A \rightarrow B) \rightarrow (A \wedge B).$
10. $S = \neg(\neg A \wedge \neg B) \wedge \neg(A \wedge B) \vee (B \rightarrow A).$
11. $S = \neg((B \rightarrow A) \rightarrow (A \wedge B)) = (A \rightarrow B) \rightarrow \neg(A \vee B).$
12. $S = ((A \wedge \neg B) \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow B).$
13. $S = \neg(A \wedge B) = (A \rightarrow \neg B).$
14. $S = (\neg A \vee B) \rightarrow ((A \wedge \neg B) \rightarrow B).$
15. $S = ((B \rightarrow A) = ((\neg A \wedge B) \rightarrow A)).$
16. $S = (B \rightarrow A) \rightarrow (A \wedge B) \vee (A \rightarrow B) \rightarrow \neg(A \vee B).$
17. $S = \neg((A \rightarrow B) \rightarrow (A \wedge B)) \vee \neg((B \rightarrow A) \rightarrow (\neg A \wedge \neg B)).$
18. $S = ((A \vee B) \rightarrow \neg(B \rightarrow A) = \neg((A \rightarrow B) \rightarrow (A \wedge B))).$
19. $S = ((A \rightarrow B) \wedge \neg(A \wedge B)) \rightarrow \neg((B \rightarrow A) \wedge (A \vee B)).$

Методические указания. Сначала рекомендуем построить «таблицу истинности» для высказывания S (номер W) и убедиться в том, что

при любых значениях высказываний A и B значение исходного утверждения S истинно (равно единице). Тогда истинность высказывания S можно доказать аналитически.

Аналитическое доказательство истинности высказывания S (номер W) состоит в том, чтобы, используя тождества «математической логики», упростить исходное выражение до единицы. А для этого следует, прежде всего, выразить его с помощью формул (4.1) и (4.2) в терминах функционально полной системы операций «алгебры логики».

Пример.

$W = (N) \bmod 20$, где N — номер студенческого билета): \dots/N .

$N = 38$. $W = 18$.

$S = ((A \rightarrow B) = (\neg B \rightarrow \neg A))$.

Решение. Составим таблицу истинности для S .

A	B	$D = A \rightarrow B$	$F = \neg B$	$G = \neg A$	$H = F \rightarrow G$	$S = (D = H)$
0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1
1	0	0	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1	1

Как видно, при любых значениях A и B утверждение S истинно ($S = 1$).

Докажем истинность высказывания S аналитически.

$$\begin{aligned}
 S &= ((A \rightarrow B) = (\neg B \rightarrow \neg A)) = \langle (4.1) \rangle = ((\neg A \vee B) = (\neg \neg B \vee \neg A)) = \langle 12, 1 \rangle = \\
 &= ((\neg A \vee B) = (\neg A \vee B)) = \langle (\neg A \vee B) = C \rangle = (C = C) = \langle (4.2) \rangle = \\
 &= (\neg C \wedge \neg C) \vee (C \wedge C) = \langle 7 \rangle = \neg C \vee C = \langle 5 \rangle = 1.
 \end{aligned}$$

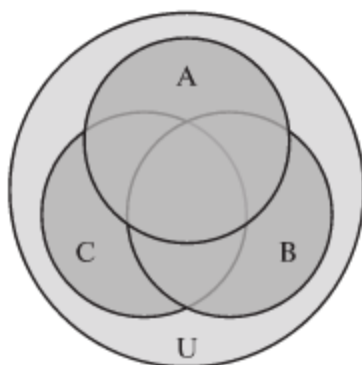
Что и требовалось доказать.

Задачи на геометрическую интерпретацию логических выражений для множеств

Заданы множества A, B, C, U (рис. II. 1).

Заштриховать область Q , которая описывается формулой «алгебры множеств» номер W .

Рис. II. 1.



0. $Q = \neg(A \cap B \cap C) \cap \neg(A \cap \neg(B \cup C))$.
1. $Q = \neg(A \cap B \cap C) \cap \neg((C \cup B) \cap \neg A)$.
2. $Q = (A \cap C \cup B) \cap (\neg A \cup \neg B \cup \neg C)$.
3. $Q = \neg(B \cap \neg(A \cup C)) \cap \neg(A \cap \neg B \cap C)$.
4. $Q = \neg(A \cap C) \cap \neg(B \cap C) \cup (A \cap B \cap C)$.
5. $Q = \neg(B \cap C) \cap \neg(A \cap \neg(B \cup C))$.
6. $Q = \neg((A \cap C) \cap \neg B) \cap \neg(\neg C \cap B)$.
7. $Q = \neg(A \cap \neg(B \cup C)) \cap \neg(\neg A \cap (B \cup C))$.

8. $Q = \neg(A \cap B \cap C) \cap \neg(B \cap \neg(A \cup C))$.
9. $Q = (A \cap B \cap C) \cup ((A \cup C) \cap \neg B)$.
10. $Q = \neg(A \cap \neg(B \cup C)) \cap \neg(B \cap \neg(A \cup C)) \cap \neg(C \cap \neg(B \cup A))$.
11. $Q = \neg(A \cap B \cap C) \cap ((A \cap B) \cup (A \cap C) \cup (B \cap C)) \cup \neg(A \cup B \cup C)$.
12. $Q = (A \cup B \cap C) \cap (\neg A \cup \neg B \cup \neg C)$.
13. $Q = \neg(C \cap \neg(A \cup B)) \cap \neg(A \cap B \cap \neg C)$.
14. $Q = (\neg(B \cup C) \cap A) \cup (\neg(A \cup C) \cap B) \cup (A \cap B \cap C)$.
15. $Q = \neg(A \cap C) \cap \neg(B \cap \neg(A \cup C))$.
16. $Q = \neg(\neg A \cap B) \cap \neg(A \cap \neg B \cap C)$.
17. $Q = \neg(B \cap \neg(A \cup C)) \cap \neg(\neg B \cap (A \cup C))$.
18. $Q = \neg(A \cup B \cup C) \cup \neg A \cap B \cap C$.
19. $Q = (A \cap B \cap C) \cup \neg(A \cap B) \cap \neg(A \cap C) \cap \neg(B \cap C)$.

Методические указания. Сначала рекомендуем, используя тождества 10 и 10', а также формулу (4.1), в заданном выражении для Q выполнить замены вида

$$\begin{aligned}\neg R \cup \neg S &= \neg(R \cap S), \\ \neg R \cap \neg S &= \neg(R \cup S), \\ R \cap \neg S &= R \setminus S,\end{aligned}$$

т. е. преобразовать выражение для Q к виду, более удобному для построения искомого результата.

Пример.

$$W = 20.$$

$$Q = \neg(A \cap B \cap C) \cap \neg(B \cap \neg(A \cup C)) \cap \neg(C \cap \neg(A \cup B)).$$

Решение. Преобразуем выражение для Q :

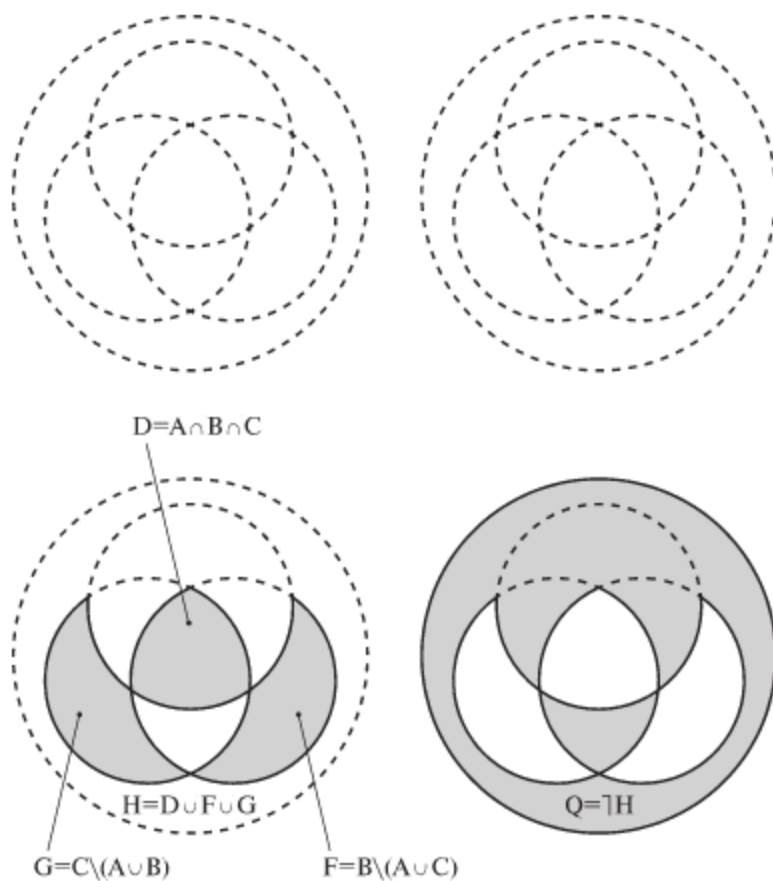
$$\begin{aligned}Q &= \neg(A \cap B \cap C) \cap \neg(B \cap \neg(A \cup C)) \cap \neg(C \cap \neg(A \cup B)) = \langle 10, (4.1) \rangle = \\ &= \neg((A \cap B \cap C) \cup B \setminus (A \cup C) \cup C \setminus (A \cup B)).\end{aligned}$$

Разложим полученное выражение в цепочку простых действий:

$$\begin{aligned}D &= A \cap B \cap C, \\ F &= B \setminus (A \cup C), \\ G &= C \setminus (A \cup B), \\ H &= D \cup F \cup G, \\ Q &= \neg H.\end{aligned}$$

А теперь, пользуясь заготовками, выполняем эту цепочку простых действий и получаем результат — множество Q (рис. П. 2).

Рис. П. 2. Порядок решения задачи



Литература

Ващекин А. Н. Применение математических методов теории нечетких множеств при моделировании принятия решений в экономической и правовой сфере // Экономика. Статистика. Информатика. Вестник УМО МЭСИ. 2013. № 3. С. 18–21.

Гегель Г. Наука логики. СПб.: Наука, 2005.

Гетманова А. Д. Логика: Учебник. М.: Высшая школа, 2002.

Декарт Р. Правила для руководства ума // Сочинения. В 2-т. М.: Мысль, 1989. Т. 1. С. 77–153.

Дьяконов В. П., Круглов В. В. MATLAB. Математические пакеты расширения: Спец. справочник. СПб.: Питер, 2001 (главы по «нечеткой логике» и нейронным сетям).

Заде Л. Понятие «лингвистической переменной» и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.

Ивлев Ю. В. Логика для юристов. М.: МГУ, 2016.

Кант И. Логика // Трактаты и письма. М.: Мысль, 1980. С. 331–334.

Коперник Н. О вращениях небесных сфер. М.: Амфора, 2012.

Королев В. Т., Ловцов Д. А., Радионов В. В., Квачко В. Ю. Информатика и математика для юристов: Учебник / Под ред. Д. А. Ловцова. М.: Высшая школа, 2008.

Королев В. Т., Ловцов Д., Радионов В. В. Формальная и псевдоформальная логика: Учебно-метод. комплекс. М.: РГУП, 2015.

Краткий словарь по логике / Под ред. Д. П. Горского. М.: Просвещение, 1993.

Круглов В. В., Дли М. И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. М.: Физматлит, 2002.

Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005.

Ловцов Д. А. Системный анализ: Учебно-метод. комплекс. М.: РГУП, 2015.

Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере. М.: РГУП, 2016.

Ловцов Д. А., Бернацкая А. В. Русский язык и культура речи. М.: ВА им. Петра Великого, 2002.

Мигдал А. Б. Поиски истины. М.: Молодая гвардия, 1983.

Михалкин Н. В. Логика и аргументация для юристов: Учебник и практикум. М.: Юрайт, 2016.

Пиаже Ж. Теория, эксперименты, дискуссия / Под ред. Л. Ф. Обуховой, Г. В. Бурменской. М.: Академик, 2001.

Пуанкаре А., Кутюра Л. Математика и логика. М.: ЛКИ, 2010.

Светлов В. А. Методологическая концепция научного знания Чарльза Пирса: единство абдукции, дедукции и индукции // Логико-философские штудии. 2008. Т. 5. С. 165–184.

Финн В. К. Синтез познавательных процедур и проблема индукции // НТИ. Сер. 2. 1998. № 1–2. С. 3–52.

Хоменко И. В. Логика. Теория и практика аргументации: Учебник и практикум. М.: Юрайт, 2016.

Учебное издание

Королев Владимир Тимофеевич
Ловцов Дмитрий Анатольевич
Радионов Владимир Васильевич

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ. ЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Часть вторая

Учебное пособие

Издание осуществляется в авторской редакции

Корректор *В. В. Паламарчук*
Оформление, верстка: *А. А. Грач*

Подписано в печать 08.11.2017. Формат 60 × 90 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 10,25. Тираж 150 экз.

Российский государственный университет правосудия
117418, г. Москва, ул. Новочеремушкинская, д. 69