



*Н.Г. БАРАНЕЦ*

---

---

*КАК ПРАВИЛЬНО  
РАССУЖДАТЬ и ВЫСТУПАТЬ*

---

---

*Учебное пособие к курсу «Философия»  
для студентов  
высших учебных заведений*

УЛЬЯНОВСК  
2018

УДК 1/14 (075.8)

ББК 87.я73

Б24

**Рецензенты:**

кандидат философских наук, доцент Л.Е. Потанина;  
кандидат философских наук, доцент Е.Е. Шабалкина.

**Научный редактор:**

кандидат физико-математических наук, доцент А.Б. Верёвкин.

**Баранец, Н.Г.**

**Б24 Как правильно рассуждать и выступать:** учебное пособие к курсу «Философия» для студентов вузов. / Н.Г. Баранец. – Ульяновск, 2018. – 60 с.

В пособии даны рекомендации к подготовке публичных выступлений, организации самостоятельного обучения и указаны приёмы правильных рассуждений. Описаны основные способы аргументации и виды доказательств. Пособие ориентировано на студентов естественных факультетов.

© Баранец Н.Г., 2018

# Правила эффективного обучения

*«Живи так, будто завтра умрешь.  
Учись так, будто собираешься жить вечно».*  
М. Ганди

Открывая книгу по новому предмету, часто испытываешь замешательство. Новые понятия, идеи и способы рассуждать кажутся непреодолимой преградой на пути к Цели – получить необходимые знания и сдать экзамен. Но, к счастью, имеются способы эффективно справляться с этими психологическими и познавательными затруднениями.

Нет людей, неспособных к математике, физике, иностранному языку, истории или философии. И если они так считают, то их проблема кроется в неумении учиться и личном негативном опыте, связанном с этими предметами.

*Какие правила следует соблюдать при изучении нового предмета?*

**1. Научись плавать прежде, чем прыгать в воду.** Чтобы понять предмет, правильно решать задачи и рассуждать, нужно усвоить базовый минимум сведений по теме, то есть, прослушать лекцию, последовательно прочесть учебник, выучить основные понятия и методы.

**2. Не бойся непонимания. Непонимание – важная часть обучения.** Учёба – это преодоление непонимания. Если Вам что-то непонятно – это значит, что Вы достигли предела своей компетенции и сможете шагнуть дальше, приложив к этому целенаправленное усилие.

**3. Переключай режимы мышления** – от сфокусированного к рассеянному и обратно. Чтобы запомнить, осознать и научиться применять новые идеи, вначале сконцентрируйте внимание на их запоминании, а потом переходите в фоновый режим, т.е. займитесь чем-нибудь другим. Затем вернитесь и попробуйте вспомнить, что учили (полезно написать то, что запомнил). Проверьте себя и вновь сконцентрируйтесь на уточняющем запоминании.

4. *Создавай понятийные порции*, т.е. ментальные связи, объединяющие отдельные фрагменты информации через их общий смысл. Внимательно разбирайте примеры заданий – это позволяет найти ключевые точки и основные принципы.

1 шаг: сосредоточьте внимание на информации, которую объединяете в порцию;

2 шаг: осознайте, поймите основную идею, которую собираетесь превратить в порцию информации;

3 шаг: копите контекст, – узнайте, – когда и как применять порцию информации, как она связана с другими блоками знания.

5. *Не поддавайся иллюзии компетентности*. Пассивное перечитывание материала создает иллюзию его усвоенности. Вспоминайте и применяйте информацию, решая упражнения. Пассивное перечитывание целесообразно только после длительного перерыва. *Прочитал – проговорил / прописал – отложил и переключился на другую работу – целенаправленно вспомнил и проверил – ещё раз прочитал*. Только так может возникнуть устойчивый информационный блок в долговременной памяти, осознанно применив который для решения упражнения, Вы переведёте в истинное понимание и уверенное владение.

6. *Эффективно используйте время*. Отложенное задание, даже если и будет сделано в последний момент, не даст обучающего эффекта. Усваивайте информацию порциями в строго отведённые для этого промежутки времени. Не отвлекайтесь на посторонние дела. Работайте с выключенным телефоном и соцсетями. Каждый новый предмет готовьте после небольшого отдыха (15-20 минут физических упражнений или медитации / легкого сна).

*Придерживаетесь графика обучения:*

- вечером после лекции выделите 15 минут и прочтите записанный конспект (выделите цветом главные факты, идеи и базовые понятия);

- на подготовку домашнего задания отведите ровно 40 минут, в которые войдут: быстрое предварительное прочтение темы – 10 минут, конспектирование – 30 минут. (Если Вы не успели в отведённое время – сделайте перерыв на 15 минутный отдых и дайте себе ещё 30 минут для завершения намеченного).

- в день семинарского занятия: быстрый просмотр конспекта – 2 минуты; повторите по памяти основные факты, идеи – 5 минут; перечитайте ключевые понятия и положения – 10 минут. *Общее время в неделю на подготовку предмета составит: 1 ч. 20 мин. – 1 ч. 40 мин.*

**7. Делайте «активные» повторения.** Мысленно пройдите по основным понятиям, фактам, идеям и этапам решённых задач – во время прогулки, тренировки, ожидания транспорта и в машине. Эффективный приём для возникновения понимания – генерализация информации (воспоминание).

**8. Используйте «театр памяти» и мнемонические приёмы.** Запоминание связано с зрительно-пространственным восприятием центров правого полушария. Поэтому нужная информация должна быть визуализирована, эмоционально окрашена при помощи ассоциаций и метафор и «уложена» в известную систему. Используйте в качестве визуальной основы знакомое место, в котором Вы поместите образы-понятия, которые запоминаете.

*Запоминанию хорошо способствуют:*

- *прослушивание музыки* (мелодии без текста или на незнакомом языке) – используйте известные, любимые мелодии для запоминания;

- *рассказывание историй* – расскажите художественную историю с использованием новых фактов, понятий и идей;

- *рисование* – изобразите понятие, методический приём и изучаемое учение в виде схемы, картинки.

# Искусство выступления

*«Красноречие – это искусство говорить так, чтобы те, к кому мы обращаемся, слушали не только без труда, но и с удовольствием, чтобы, захваченные темой и подстрекаемые самолюбием, они хотели поглубже в неё вникнуть».*

Б. Паскаль

Одна из важнейших потребностей человека – это потребность в общении и желание понимания. Чрезвычайно важно научиться завладевать вниманием слушателя, удерживать его и доносить ему свою мысль.

## *Как говорить, чтобы вас слушали?*

Имеет значение – как и что мы говорим. **Выступление должно быть увлекательным, убедительным и подготовленным.**

### **1. Как сделать выступление увлекательным?**

Идеи выступления должны быть эффективно структурированы:

- *введение* (позволяет зацепить внимание аудитории: чётко формулируйте проблему, покажите её своевременность, назовите цель и задачи выступления);
- *повествование* (расскажите историю, в которой факты выстроены в прямой последовательности, за которой аудитории легко уследить);
- *обозначение разногласия* (укажите на своё несогласие, уточните почему это важно);
- *доказательство* (изложите доводы в пользу своей позиции, состоящие из обращения к результатам опыта, логических выводов, рассуждений и апелляции к общеизвестным положениям и авторитетным традициям);
- *опровержение* (выступите против возможных возражений оппонента);
- *заключение* (повторите с энтузиазмом самый важный аргумент, чтобы он отпечатался в памяти слушателей).

## 2. Как быть убедительным?

Выступающий, прежде всего, должен *уметь вызвать доверие к себе, как личности*. Для этого нужно соблюдать принципы:

- *вежливость* (придерживайтесь правил поведения, которых ожидают слушатели);
- *ясность* (мысли должны быть сформулированы чётко и недвусмысленно; используйте слова, которые понимаете сами, и которые понимает аудитория);
- *искренность* (информация сообщается без утаивания и превосходства);
- *последовательность* (последовательное изложение сведений создает впечатление о вашей систематичности);
- *контроль* (контролировать реакцию аудитории и подстраивать под неё темп выступления);
- *уверенность* (говорите прямо, демонстрируйте свою убежденность в сказанном и берите ответственность за сказанное; не сглаживайте и не обесценивайте свою позицию, употребляя слова «возможно», «может быть», «иногда»).

Продемонстрируйте компетентность – *обращайтесь к разуму слушателей*. Используйте убедительную аргументацию, сочетайте факты, полученные в опыте и логические размышления. *Объясните* – «почему это так и зачем это нужно?».

*Объяснение* – это такое описание фактов, которое делает их понятными. Цель объяснения – улучшить понимание. **Объясняя, поставьте себя на место другого человека**. Используйте в объяснении: *определения* (давайте точную характеристику используемым понятиям); *описание* (прямой отчёт о действии, событии); *иллюстрации* (приводите примеры, разъясняющие идеи); *детализируйте* (сообщайте подробную информацию, необходимую для всестороннего и точного представления о какой-либо концепции, идее или теории).

*Затрагивайте эмоции слушателей*. Впечатляйте – вызывая позитивные эмоции по отношению к вашей точке зрения

(идеям), и негативные эмоции относительно опровергаемых вами идей. *Говорите искренно и с энтузиазмом, передавая свой интерес к освещаемой теме.* Унылый рассказ, в замедленном или слишком быстром темпе никогда не вызовет сочувствия и интереса аудитории.

### ***3. Как подготовиться к выступлению?***

В обычных выступлениях на семинарах нет задачи *анализа ожидаемой аудитории*. Но этот этап подготовки надо иметь в виду. Важно учитывать состав и интересы аудитории в самом начале процесса планирования выступления. *Надо учесть:* уровень осведомлённости слушателей о предмете выступления (от этого зависит уровень сложности материала и его презентации). Чем больше аудитория, тем проще должно быть содержание. В небольших залах не стоит читать текст выступления (его вообще лучше не читать, текст выступления – это «спасательный круг» на самый неблагоприятный сценарий развития событий).

*Продумайте концепцию выступления и его структуру.* Желательно выбрать одну-две ключевые идеи, которые будут осмыслены и сохранены в памяти слушателями после вашего выступления. Материал должен быть упорядочен, и в конце каждого пункта (не больше четырёх-шести) сделаны выводы.

Если выступление сопровождается *презентацией* – основные пункты должны быть проиллюстрированы и записаны в виде текста. На одном слайде не больше 2-3-х предложений и 1-2-х иллюстраций. Оптимальный вариант – 1 график или иллюстрация, сопровождаемые информацией в виде нескольких предложений (цветом и шрифтом выделяется главное, что требует запоминания).

Очень важно научиться выступать с *кратким набором тезисов*, оставляя место импровизации, что создаёт эффект «живого» и увлекательного выступления. Но с собой желательно иметь не только краткий текст доклада (тезисы и примеры), но и полный вариант (хорошо написанный с цветным выде-

лением главных идей). Для записей тезисов лучше использовать карточки (10x15 см) из плотной бумаги.

*Репетируйте* – читая вслух и рассказывая свой доклад. Оцените время выступления, запишите свою речь на диктофон. Это позволит объективно оценить качество своей дикции, темп и проблемные места, которые следует подправить.

*Подготовьтесь к вопросам*, которые могут задать. Составьте список возможных вопросов. Продумайте лучшие варианты ответов.

*Внешний вид и манера выступить* – продумываются заранее. Правильно подобранная одежда позволяет чувствовать себя комфортно и уместно перед аудиторией. Отдавайте предпочтение деловому стилю и удобной одежде – это лучший выбор в большинстве случаев. Если вы планируете воспользоваться своими записями, то стоит использовать кафедру. Контролируйте свои движения, жесты, мимику и темп речи. Продуманные жесты, без эксцентричных и актёрских приемов, позволяют акцентировать внимание слушателей на важных моментах доклада. Большинство людей выступает слишком быстро (170-180 слов в минуту). Наиболее комфортный для слушателей темп 120-130 слов (если ваша речь кажется вам слишком медленной, а паузы слишком длинными, скорее всего, вы делаете именно то, что нужно).

*Научитесь контролировать волнение и тревогу* до и во время своего доклада. Напряжение помогут снять такие упражнения: глубокое дыхание всей диафрагмой, сцепив руки в замок за спиной в районе лопаток (10-15 раз); наклоны головы из стороны в сторону и движение плечами вверх-вниз (по 10 раз). Возьмите с собой воду, глоток воды перед выступлением позволит избавиться от нервного пересыхания.

Получайте удовольствие от возможности выступить перед аудиторией. Радуйтесь вниманию слушателей и делитесь своими идеями и эмоциями. *Компетентность, хорошая подготовка и энтузиазм – лучшие союзники.*

## Способы рассуждения

*Deliberando discitur sapientia.*

*Мудрости учатся размышлением.*

Большую часть времени мы не задумываемся – почему и зачем мы совершаем какие-то действия, почему именно так именуем используемые предметы и наблюдаемые явления, откуда у нас взялся набор таких верований, которые мы считаем своими убеждениями<sup>1</sup>. Для того чтобы рассеялось возникшее сомнение, бывает достаточно увидеть то, в существовании чего мы сомневались. Какие-то дополнительные подтверждения могут восприниматься как избыточные. Например, «Запах у розы сладкий», «неудобные сапоги у меня», «слишком громкий звук», «Чёрное море имеет тёмно-синий цвет».

---

<sup>1</sup> Вскоре мы разберём понятия, характеризующие познание и его результаты. Сейчас мы предварительно уточним смысл понятий «информация», «знание», «истина». **Информация** – это совокупность сведений, образующих сообщение, уменьшающее или исключаящее неопределённость в выборе одной из нескольких возможных альтернатив. **Знание** – это информация, носителем которой может выступать коллективный субъект или отдельная личность. *Для коллективного субъекта знание* – это сведения об исследуемом объекте, отношениях, а так же свернутая схема деятельности и общения, полученные в процессе коллективного познания. *Для личности знание* – это сведения, полученные как из коллективного, так и индивидуально опыта, представляющие собой осмысленные убеждения об исследуемых объектах и отношениях, как он полагает, истинные и рационально аргументированные. **Истина** – это категория, позволяющая оценить качество знания, которое соответствует реальному положению дел и адекватно представляет предмет и отношение, о которых делается умозаключение. Предположение, что эти сведения соответствуют реальному положению дел, вытекает из фактов, полученных в результате опыта, и сделанных на их основании непротиворечивых логических умозаключений, а так же из возможности практического применения знания, с получением желаемого результата. В коллективном познании сведения фиксируются как истинные с согласия (конвенции) экспертного сообщества по этому поводу.

Есть суждения, истинность которых неочевидна. Мы считаем их истинными, так как можем отыскать аналогичные суждения, в очевидности и истинности которых мы не сомневаемся. В истинность таких суждений мы верим, потому что не всегда можем доказать её самостоятельно, но есть кто-то другой, подтвердивший их убедительным образом. «Луна спутник Земли». «В прямоугольном треугольнике квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов». «Материальные точки притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними».

Чтобы во что-то верить или в чём-то сомневаться, нужны основания. Представляя какое-то мнение, мы приводим обоснование, рассуждаем и доказываем. *Логика позволяет систематически различать обоснованные умозаключения от необоснованных.* **Рассуждая, то есть, делая последовательность умозаключений, мы используем понятия, логические операции и соблюдаем правила мышления.**

*Всё, о чём мы мыслим, есть или вещь, или свойство, или отношение. Вещи имеют относительно постоянную форму. У них имеются определённые отличающие свойства или качества, они могут совершать действия и быть в известном состоянии. Вещи находятся в пространственных, временных и причинных отношениях друг с другом.*

**Основными приёмами мышления являются сравнение, анализ и синтез, абстрагирование и обобщение.**

**Сравнение** – это такой логический приём, с помощью которого устанавливается сходство и различие предметов, явлений объективного мира. Сравняться должны такие предметы, которые в действительности имеют связь друг с другом. Сравнение позволяет выявить качественные и количественные характеристики предмета. Сравнение должно проводиться по одному и тому же значимому признаку, взятому в одном и том же отношении.

Например, элементарные частицы сравниваются, исходя из их массы, спина, заряда, времени жизни.

Название частицы	Масса	Спин	Эл. заряд	Время жизни
Фотон	0	1	0	Стабилен
Электрон	1	1/2	-1	Стабилен
Протон	1836	1/2	+1	Стабилен
Мюон	207	1/2	-1	$2,2 \times 10^{-6}$

**Анализ** – это логический приём, с помощью которого объект мысленно разделяется на отдельные части и свойства. Например, имея задачу исследовать электромотор, – надо разложить мотор на отдельные части и рассмотреть каждую в отдельности.

**Синтез** – это логический приём, с помощью которого мы мысленно соединяем в одно целое разделённые в анализе отдельные части предмета, явления. Составить целостное знание об устройстве и работе электромотора, можно только собрав его вместе и оценив его работу как единого механизма.

Для исследования вещей или явлений приходится выявлять их существенные свойства. **Абстрагирование** – это логический приём, с помощью которого из всех свойств выделяются только существенные для рассмотрения. Например, абстрактное понятие «геометрическая фигура» отображает конкретное свойство предметов окружающего мира – их форму.

**Обобщение** – это мысленное объединение однородных предметов с общими свойствами. Наблюдая собак, коров, овец, кошек, лисиц, медведей и т.д., люди выделили свойства, присущие им всем. Это – необходимость потреблять пищу, производить потомство, приспосабливаться к изменяющимся условиям, передвигаться. В результате проведённого обобщения люди отнесли их всех в одну группу – «животные».

Познавая окружающий мир, мы сравниваем предметы друг с другом, выявляем их сходства и различия. Применяя анализ и синтез, определяем сущность предметов, выделяем их свойства, абстрагируем и обобщаем их признаки.

**Понятия** – это форма мысли, отражающая содержание объекта и его признаки. Например, в понятии «комета» зафиксированы такие общие и существенные свойства всех небесных объектов данной груп-

пы как: «(1) светило, которое (2) состоит из крайне разряженных газов, (3) при приближении к Солнцу выбрасывает светящийся хвост».

*Определение* – логическая операция, вследствие которой понятие приобретает строго фиксированный смысл.

Определение через родовидовое отличие является основным способом определения понятия. Например,

**Биология** - {это наука} о {живой природе}.



Определение через родовидовое отличие связано с операциями над объёмом и содержанием понятия, которые относятся друг к другу в обратном отношении. Чем больше объём, тем меньше содержание и наоборот.

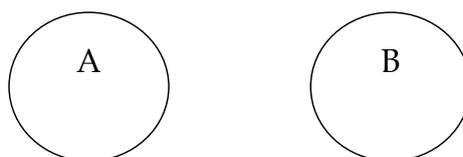
*Содержание понятия* – совокупность существенных отличительных черт объекта или его признаков. Например, в понятие «стратостат» входят такие признаки: воздушный шар с гондолой, оборудованный для полётов в атмосферу.

*Объём понятия* – это совокупность охватываемых понятием объектов или их признаков. Объём понятия «стратостат» составляют все виды стратостатов.

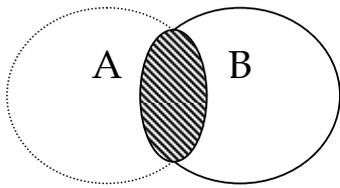
Схематическое изображение объёмов понятий и отношений между их объёмами с помощью геометрических фигур (кругов, прямоугольников, овалов) ввёл выдающийся математик, физик и астроном Леонард Эйлер (1707-1783).

Если имеются два каких-либо понятия *A* и *B*, то объёмы этих понятий можно представить в виде кругов, а возможные отношения между этими объёмами – в виде пар кругов.

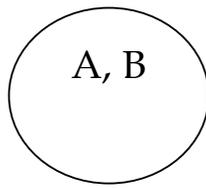
*Несовместимость:*



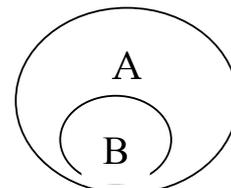
Совместимость:



Пересечение

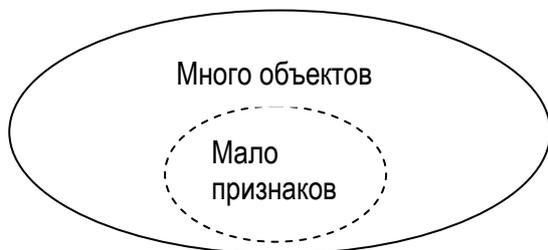


Тождество



Подчинение

Чем меньше объектов отражает понятие, тем больше у него отличительных признаков, следовательно, оно более конкретно и содержательно по смыслу.



Самые содержательные – единичные понятия. Они отражают один единственный объект – *имена*. Например, «русский религиозный философ 19 века – Владимир Сергеевич Соловьёв», «данный предмет есть мой автомобиль». Имена не поддаются дальнейшему ограничению, имеют наиболее возможное число признаков.

Существуют самые малосодержательные и объёмные понятия – категории. *Категории – понятия, отражающие предельно общий класс объектов. Это самые большие по объёму понятия, которые не могут быть обобщены в рамках текущего рассмотрения.* Они имеют наименьшее количество признаков и малое содержание. Категории отражают сущность целого класса понятий, которые они охватывают в своём объёме. Определение категории делается за счёт отрицания всех родовых признаков, включённых в них понятий, с целью выделения общего для всех них содержания. Например, – субстанция, материя, пространство, время, причина, следствие, отношение.

В специализированных профессиональных областях деятельности (науке, технике, искусстве, медицине и т.д.) вырабатывается специальная терминология – система терминов, употребляемая в данной области знания. *Термин – это слово, называющее определённое понятие и характеризующееся однозначностью содержания в пределах данной науки, профессиональной деятельности.* Например, – идеальный газ, ген, нейрон, гравитационная постоянная, турбулентный отрыв.

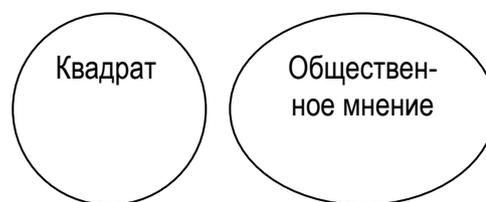
С понятиями проводят некоторые логические операции, в результате которых может изменяться содержание понятия и образовываться новые понятия. При исключении видового признака происходит обобщение понятия (Если из определения «биология – наука о живой природе», исключит видовую компоненту - получаем более широкое понятие «наука»). Добавление видового признака приводит к образованию более узкого понятия (Так, определение «генетики» получаем, добавляя в определение «биология» ещё один признак: «генетика – наука о закономерностях наследственности и изменчивости в живой природе»).

Понятия могут быть сравнимыми и несравнимыми. В сравнимых понятиях есть общий признак, позволяющий сравнивать их друг с другом («кислород» и «водород» – могут быть сравниваемы, так как являются химическими элементами). Несравнимые понятия не имеют общих признаков для сравнения («квадрат» и «общественное мнение»).

Сравнимые понятия



Несравнимые понятия



## Классификация определений

<i>По роли и функции в познании</i>	
<i>номинальные</i>	<i>реальные</i>
<p>вводят новые термины или выбирают из многих возможных значений какое-то одно для конкретной цели («позитроном будет называться элементарная частица, являющаяся античастицей по отношению к электрону»)</p>	<p>передают точный смысл, содержание широко употребляемому и интуитивно ясному понятию («человек – это двуногое бесперое существо», «человек – это двуногое бесперое существо с плоскими ногтями, имеющее мягкие мочки ушей»)</p>
<i>По структуре</i> ( <i>A</i> - определяемое, <i>B</i> - определяющее, <i>C</i> - видовой признак)	
<i>явные</i>	<i>неявные</i>
<p>«<b>A</b> есть <b>B</b>» «<b>A</b> – это такое <b>B</b>, которое есть <b>C</b>»</p>	<p>«<b>A</b> есть то, что удовлетворяет условиям <b>B</b><sub>1</sub>, <b>B</b><sub>2</sub>, ... <b>B</b><sub>n</sub>»</p>
<p><i>Генетические</i>: видовой признак (<b>C</b>) указывает на способ образования определяемого (<b>A</b>) («Окружность есть замкнутая кривая линия, образованная вращением отрезка вокруг одного из концов»); <i>Операциональные</i>: видовое отличие указывает на процедуру, позволяющую распознать предметы определяемого (<b>A</b>) («Кислота – жидкость, окрашивающая лакмус в красный цвет»); <i>Функциональные</i>: видовое отличие (<b>C</b>) указывает на функции, предназначение предметов определяемого (<b>A</b>) («Транспорт – средство, с помощью которого осуществляется перевозка людей и грузов»); <i>Атрибутивные</i>: видовое отличие</p>	<p><i>Аксиоматические</i>: определяемое (<b>A</b>) есть то, что описывается аксиомами определяющими (<b>B</b><sub>1</sub>, <b>B</b><sub>2</sub>, ... <b>B</b><sub>n</sub>) (В геометрии Евклида точка и прямая определяются, как удовлетворяющие системе утверждений: «Через любую пару различных точек проходит единственная прямая», «Через точку, не лежащую на данной прямой, можно провести прямую, параллельную данной, и только одну». Эти и другие утверждения неявно задают свойства «точек» и «прямых»); <i>Индуктивные</i>: в них указывают – <i>начальные объекты</i>, попадающие под данный термин; и <i>процедуры</i>, порождающие из простых подобных объектов более сложные; <i>в итоге</i> определяется объём</p>

<p>(С) есть описание особенностей самих предметов описываемого (А) («Ромб – это равносторонний параллелограмм»);</p> <p><i>Перечислительные:</i> видовое отличие (С) есть перечисление всех объектов тип описываемого (А) («Элементарные частицы – электрон, позитрон, нейтрино,...»).</p>	<p>данного термина.</p> <p>(«Например, в качестве начального объекта возьмём единицу. Тогда все натуральные числа получаются прибавлением некоторого конечного числа единиц к единице»);</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Используя понятия, мы высказываем суждения и делаем умозаключения.**

*Суждение – это форма понятийного мышления, в которой нечто либо утверждается, либо отрицается.* То понятие, о чём нечто утверждается, называется *субъектом (S)*, а утверждаемое о нём называется *предикатом (P)*. Суждение является объединением понятий посредством связки, которая всегда представлена глаголами «есть», «быть» или «являться».

### Деление суждений

<i>Общее</i>	<i>Частные</i>
<p><b>Все S суть P</b></p> <p>«Все медики являются людьми, внушающими доверие»</p>	<p><b>Некоторые S суть P</b></p> <p>«Доктор Васечкин является человеком, внушающим доверие»</p>
<i>Утвердительные</i>	<i>Отрицательные</i>
<p><b>S есть P</b></p> <p>«Все кандидаты наук являются учёными»</p>	<p><b>S не есть P</b></p> <p>«Не все учёные являются докторами наук»</p>
<i>Исключительные</i>	<i>Исключающие</i>
<p><b>только S есть P</b></p> <p>«Только те, кто умён, счастлив»</p>	<p><b>все S кроме P есть Q</b></p> <p>«Все студенты, кроме первокурсников, могут посещать семинар по квантовой механике»</p>

Суждения могут находиться в разных отношениях друг к другу. Важно устанавливать отношения между суждениями, благодаря которым возможная истинность или ложность одного суждения ограничивает возможную истинность или

ложность другого суждения. Принято использовать следующие символы: **p** – одно суждение, **q** – другое суждение, **(и)** – истина, **(л)** – ложь.

### Типы отношений между суждениями

<i>Противоречие</i>	<i>Независимость</i>	<i>Соподчинение</i>
Если <b>p</b> истинно, то <b>q</b> ложно. Если <b>p</b> ложно, то <b>q</b> истинно.	Если <b>p</b> истинно, то <b>q</b> истинно. Если <b>p</b> ложно, то <b>q</b> истинно.	Если <b>p</b> истинно, то <b>q</b> истинно. Если <b>p</b> ложно, то <b>q</b> ложно.
Утверждение истинностного значения <b>p</b> означает ложность <b>q</b> , и наоборот.	Истинностное значение одного из них не определяет или не ограничивает истинностное значение другого.	Истинностное значение одного определяет или ограничивает истинностное значение другого.
«Галилей привёл достаточные доказательства в пользу гелиоцентризма. Птолемей убедительно доказал геоцентризм».	Нерелевантные утверждения: «Ньютон написал трактат «Оптика или трактат об отражении». Герц открыл электрические волны».	«Если треугольник – равнобедренный, то углы у его основания равны. Неверно, что треугольник является равнобедренным и вместе с этим углы у его основания неравны».

### Виды суждений

	<i>Описательные</i>	<i>Оценочные</i>	<i>Нормативные</i>
В чём заключается?	описывает состояние дел и событий в действительности	оценивается соответствие действий общепринятым моральным и эстетическим ценностям	устанавливают или предписывают определённый порядок действий и поведение людей
Что характеризуется?	соответствие действительности: <i>истинные, ложные, неопределённые</i>	соответствия системе ценностей: <i>хорошо, плохо, безразлично; лучше, хуже, равноценно</i>	соответствия системе норм: <i>обязательно, разрешено, запрещено</i>

Пример	«Все сферы движутся вокруг Солнца, расположенного как бы в середине всего, так что около Солнца находится центр мира» (Коперник «Малый комментарий о гипотезах, относящихся к небесным движениям», между 1510 и 1543 гг.)	Учение Коперника «глупое и абсурдное с философской и формальной точки зрения, поскольку оно явно еретическое, противоречит Священному Писанию» (вердикт теологов 1615 г.)	«Отцы св. Конгрегации Индекса признали необходимым запретить сочинение Коперника... по причине того, что принципы, касающиеся положения и движения земного шара, несовместимы со Св. Писанием» (1620)
--------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Умозаключение – форма мышления, в которой из исходных суждений (посылок), выводится новое суждение (вывод).*

*Посылка 1: Все небесные тела либо планеты, либо звёзды.*

*Посылка 2: Сатурн – небесное тело, не являющееся звездой.*

*Вывод: Следовательно, Сатурн – планета.*

*Во время рассуждений важно, чтобы суждения-посылки были истинными, а умозаключение было правильным. Истинность посылок и заключения не гарантирует правильности умозаключения. Ложность посылок не гарантирует неправильности умозаключения. Правильность умозаключения не означает истинности вывода, а неправильность – ложность.*

Например,

Если число делится на 4, оно делится на 2 (*истина*)

Число 6 не делится на 4 (*истина*)

*Вывод: Число 6 не делится на 2 (ложь).*

Сама форма рассуждения в данном примере не обеспечила сохранение истинности при переходе от посылок к заключению. Осталась возможность построить контрпример.

**Правильное умозаключение имеет такую форму, которая гарантирует, что при истинных посылках получается истинное заключение** (не существует умозаключений такой же логической формы с истинными посылками и лож-

ным заключением). **Посылки и вывод находятся в отношении логической связи** («и», «или», «если ..., то ...», «неверно, что ...», «для всякого ...», «тогда и только тогда, когда ...», «если и только если ...», «либо ..., либо ...», «в том и только в том случае, если ...», «необходимым и достаточным условием для ... является ...»).

### Основные логические операции

Логическая операция	Обозначение	Смысл	Пример
Высказывание (суждение)	$X$	«Есть» (Утверждается что-либо)	«3 есть простое число»
Инверсия (логическое отрицание)	$\neg X$	«не есть, неверно» (Отрицается что-либо)	«неверно, что 3 есть простое число»
Конъюнкция (логическое произведение)	$\wedge$	«и» (Получение нового высказывания путём соединения)	«6 делится на 2», «6 делится на 3». Их конъюнкция: «6 делится на 2 и 6 делится на 3»
Дизъюнкция (логическое сложение)	$\vee$	«или» (Получение нового высказывания путём включающего объединения)	«2 меньше 3 или 3 меньше 5»
Импликация (логическая связка)	$\rightarrow$	«если ..., то ...» (Получение нового высказывания, которое считается ложным, если $x$ истинно, а $y$ – ложно, и истинным во всех остальных случаях)	«Если число 12 делится на 6, то оно делится на 3»; «Если Волга – озеро, то Москва – большая страна» (связь по содержанию и осмысленность не имеют значения)
Эквивалентность (логическая равнозначность)	$\sim$	«если и только если» (объединение двух высказываний, с одинаковым значением истинности или ложности)	«Треугольник является равнобедренным, если и только если он является равноугольным»

Например,

**Доказываем тезис:** *«Все металлы проводят электрический ток».*

Подбираем в качестве аргументов утверждения, которые являются, во-первых, истинными и из которых, во-вторых, логически вытекает тезис.

**Аргументы:**

*«Все вещества, имеющие в своей кристаллической решетке свободные электроны, проводят электрический ток».*

*«Все металлы имеют в своей кристаллической решетке свободные электроны».*

**Строим умозаключение:** *Все вещества, имеющие в своей кристаллической решетке свободные электроны, проводят электрический ток.*

*Все металлы имеют в своей кристаллической решетке свободные электроны.*

*Следовательно, все металлы проводят электрический ток.*

Это **умозаключение является правильным**, посылки его истинны; значит, умозаключение является доказательством исходного тезиса.

**Логические принципы** присутствуют в каждом успешном рассуждении и доказательстве, в осуществлённом анализе. Пренебрежение ими делает мышление бессвязным. В традиционной логике выделяют четыре основных принципа или закона мышления. Три из них были открыты и сформулированы Аристотелем (384–322 гг. до н.э.), четвертый закон был добавлен Г.В. Лейбницем (1646–1716).

**1. Закон тождества: если нечто является А, то оно является А.**

Смысл: *всякая мысль в процессе рассуждения должна оставаться тождественной самой себе.*

Это означает, что в ходе всего рассуждения любое понятие или суждение должны сохранять одно и то же содержание и смысл. Соблюдение этого закона предохраняет мышление от расплывчатости, туманности, двусмысленности, и позволяет достичь определённости и точности, присущих правильному мышлению. Нарушение принципа тождества происходит, когда понятия путаются между собой, или в одно и то же понятие вкладывается разный смысл.

Например, в этом рассуждении произведена подмена понятия. «Так как все вулканы представляют собой горы, а все гейзеры – вулканы, то, следовательно, все гейзеры – горы». Слово «вулкан» употреблено в двух значениях: как складки местности (в первом суждении), как источник извержения (во втором суждении).

## **2. Закон непротиворечия: ничто не может одновременно быть А и не-А.**

*Смысл: два противоположных суждения не могут быть одновременно истинными - по крайней мере, одно из них ложно. Противоположные суждения противоречивы.*

Например, не могут быть истинными два противоположных суждения: «Все планеты имеют атмосферу» и «Ни одна планета не имеет атмосферы». Не могут быть истинными одновременно два противоречащих суждения: «Натрий легче воды» и «Натрий тяжелее воды».

## **3. Закон исключенного третьего: всё должно быть либо А, либо не-А.**

*Смысл: из двух противоположных суждений одно обязательно истинно. Это означает, что две противоположные мысли не могут быть одновременно истинными (об этом говорит закон непротиворечия), но они не могут быть и одновременно ложными – одна из них необходимо истинна, другая – ложна. Закон исключённого третьего неприменим к высказываниям о несуществующих объектах. В некоторых логических теориях он не применяется к случайным будущим событиям или бесконечным множествам.*

Например, противоречащие друг другу единичные суждения: «Ока – приток Волги» и «Ока не есть приток Волги». Противоречащими могут быть суждения, если одно – общее, а другое – частное, причём одно из них что-либо утверждает о данном предмете, а другое отрицает. «Все жители Польши – поляки» и «Некоторые жители Польши – не поляки».

## **4. Закон достаточного основания: всякая истинная мысль должна иметь достаточное основание.**

*Смысл: высказывая некоторое истинное суждение, мы должны обосновать его с помощью других суждений, которые доказаны либо опытным путём, либо логически. Даже если мысль кажется*

нам очевидно истинной, следует указать основания, по которым мы её принимаем. Данный закон говорит о том, что в науке ничего нельзя принимать на веру, всё нужно рационально обосновывать.

Например, обосновать, что медь – проводник электричества, можно двумя способами: опытным (пропустить ток по медному проводу) и логическим (рассуждая так: медь – металл; все металлы – хорошие проводники электричества; значит, медь есть хороший проводник электричества).

*По степени обоснованности выведения заключения из посылок умозаключения делят на демонстративные и недемонстративные.*

### Деление умозаключений по степени обоснованности

	<i>Демонстративные умозаключения</i>	<i>Недемонстративные умозаключения</i>	
Истинность заключения	Истинность посылок обеспечивает получение истинного заключения	Истинность посылок не гарантирует истинности заключения	
Новизна информации	Информация заключения составляет часть совокупной информации посылок	При переходе от посылок к заключению имеется приращение информации	
Виды умозаключений	Дедуктивные умозаключения	<i>Достоверные умозаключения</i>	<i>Правдоподобные умозаключения</i>
		полная индукция, строгая аналогия	неполная индукция, нестрогая аналогия, статистические выводы
Область применения	Математика и логика	Естественные науки (физика, химия, биология) и социогуманитарные науки (история, социология, политология)	

*Только в дедуктивных рассуждениях, в которых между посылками и заключением существует отношение логического следования, истинность посылок гарантирует истинность заключения.*

Рассуждение называется *дедуктивным*, если информация выраженная в его посылках ( $A_1, \dots, A_n$ ), содержит в качестве своей части информацию, выраженную в заключении ( $B$ ). Дедукция позволяет извлечь эти сведения и представить их в явной форме.

### Структура дедуктивного рассуждения

$$A_1, \dots, A_n \mid = B$$

Дедукция не даёт принципиально нового знания. Она нужна в анализе уже имеющейся информации.

Например,

(1) Папоротники никогда не цветут.

Это растение, как мы видим, цветёт.

Значит, оно не может относиться к папоротникам.

(2) Натуральное число делится на 2, если его последняя цифра делится на 2.

В числе 6238, последняя цифра 8.

8 делится на 2.

Следовательно, 6238 делится на 2.

(3) Млекопитающие являются животными.

Кошка – млекопитающее.

Следовательно, кошка – животное.

*Имеет значение – каким путём получена общая посылка дедукции (из полной или неполной индукции). Если посылки полу-*

чены вследствие неполной индукции, то умозаключение может быть ошибочным.

Например,

Все металлы тверды.

Ртуть – это металл.

Следовательно, ртуть – твёрдое тело.

*Правдоподобные рассуждения* – это такие умозаключения, в которых истинность заключения не гарантирована истинностью посылок, а лишь возможна (используются методы индукции, аналогии, статистических умозаключений).

В повседневной жизни мы часто строим неполные индуктивные рассуждения, которые представляются нам достаточно убедительными и правдоподобными. Мы делаем умозаключение обо всём классе предметов на основании наблюдения части предметов класса, при отсутствии противоречащего случая.

Например, «Все известные нам вороны чёрные, следовательно, все вороны – чёрные». Это утверждение мы полагаем истинным до тех пор, пока не встретим белого ворона.

Рассуждение называется **индуктивным**, если информация содержащаяся в его посылках ( $A_1, \dots, A_n$ ) верна, то правдоподобно, что верно и заключение (**B**).

### Структура индуктивного рассуждения

$$A_1, \dots, A_n \mid \approx B$$

*Обобщающая индукция* – это рассуждение, в котором переходят от знаний об определённых предметах некоторого класса к знанию обо всех предметах этого класса (от частных утверждений к общим утверждениям).

Индуктивное рассуждение состоит в перечислении общего свойства частных случаев (P), которые наблюдаются у ряда исследуемых объектов ( $S_1, S_2, \dots, S_i$ ):

$S_1$  есть  $P$ ;

$S_2$  есть  $P$ ;

.....

$S_i$  есть  $P$ ;

Следовательно, все  $S_k$  есть  $P$ .

При этом  $S_1, S_2, \dots, S_k$  исчерпывают весь класс рассматриваемых случаев, то есть все  $S$  есть  $P$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ).

Например, Декарт утверждал: «Чтобы показать посредством эnumerации, что периметр круга меньше, чем периметр любой другой фигуры той же площади, нет необходимости исследовать все возможные фигуры, но достаточно доказать это на нескольких из них, чтобы путём индукции вывести то же самое для всех других фигур». Сравним круг с треугольниками, прямоугольниками и круговыми секторами. Возьмём треугольники: равносторонний и равнобедренный прямоугольный. Прямоугольник характеризуется отношением ширины к высоте; мы возьмём отношения 1 : 1 (квадрат), 2 : 1, 3 : 1 и 3 : 2. Сектор круга определяется центральным углом; возьмём углы  $180^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $60^\circ$ . Допустим, что все фигуры имеют одинаковую площадь – 1 см<sup>2</sup>. Вычислим периметр каждой фигуры в сантиметрах.

### Периметры фигур равной площади

Круг	3,55
Квадрат	4,00
Квadrант	4,03
Прямоугольник 3 : 2	4,08
Полукруг	4,10
Секстант	4,21
Прямоугольник 2 : 1	4,24
Равносторонний треугольник	4,56
Прямоугольник 3 : 1	4,64
Равнобедренный прямоугольный треугольник	4,84

Из 10-и фигур, имеющих одинаковую площадь, круг имеет наименьший периметр. Можно ли сделать вывод, что круг и среди всех возможных фигур имеет наименьший периметр? Нет. Но расчёт делает предположение весьма правдоподобным.

***Обобщающая индукция бывает полной и неполной.***

Например, если я наблюдаю, что какие-либо тяжелые тела при погружении в воду теряют часть своего веса, равную весу вытесненной жидкости, то делается заключение, что это будет справедливо для всех тел и относительно всех жидкостей.

**Виды обобщающей индукции**

<i>Полная</i>		<i>Неполная</i>
умозаключение обо всех предметах класса на основании знания каждого предмета данного класса		умозаключение обо всём классе предметов на основании исследования некоторой части предметов данного класса
<i>Математическая</i>	<i>Эмпирическая</i>	<i>Эмпирическая</i>
Имеется последовательность утверждений, из которых первое утверждение верно, и доказывается, что за каждым верным утверждением следует верное, тогда все утверждения верны.	Заключается в сплошной проверке объектов исследуемого класса. Процедура возможна лишь в случае конечного множества объектов в предметной области.	Обобщение строится путём отбора <i>необходимых</i> и исключения <i>случайных обстоятельств</i> .

Например,

известно, что сложный многогранник (***M***) имеет много вершин (***B***), граней (***Г***) и рёбер (***P***). Зададимся вопросом: всегда ли верно, что число граней (***Г***) возрастает, когда возрастает число вершин (***B***)? Используя индуктивное рассуждение, рассмотрим конкретные многогранники. Составим таблицу, в которой зафиксируем наблюдения.

Многогранники	$\Gamma$	$B$	$P$
Трёхгранная пирамида	4	4	6
Четырёхгранная пирамида	5	5	8
Октаэдр	8	6	12
Пятигранная пирамида	6	6	10
Трёхгранная призма	5	6	9
Куб	6	8	12
Башня	9	9	16
Пятигранная призма	7	10	15
Усечённый куб	7	10	15

Теперь очевидно, что число граней не обязательно возрастает с числом вершин. Так, сравнивая куб и октаэдр видно, что один имеет больше вершин, а другой больше граней.

Зададим другой вопрос: возрастает ли  $P$  вместе с  $\Gamma$ ? Для систематического ответа, надо перестроить таблицу. Записываем многогранники так, чтобы  $\Gamma$  возрастало сверху вниз.

Многогранники	$\Gamma$	$B$	$P$
Трёхгранная пирамида	4	4	6
Четырёхгранная пирамида	5	5	8
Трёхгранная призма	5	6	9
Пятигранная пирамида	6	6	10
Куб	6	8	12
Пятигранная призма	7	10	15
Усечённый куб	7	10	15
Октаэдр	8	6	12
Башня	9	9	16

Вновь закономерности предполагаемого типа мы не выявили.

Ещё раз переформулируем вопрос: может быть,  $\Gamma$  и  $B$  возрастают в совокупности, «совместно» определяя рост  $P$ ? Это предположение уже

подтверждается табличными значениями. Более того, видна точная численная закономерность:

$$Г + В = Р + 2.$$

Это соотношение подтверждено в наблюдаемых случаях, записанных в таблице. Мы можем сформулировать *предположение*, что не только в наблюдавшихся случаях, но и в *любом многограннике число граней, увеличенное на число вершин, равно числу рёбер, увеличенному на два<sup>2</sup>*.

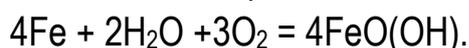
*Исключающая индукция* – это форма рассуждения, при которой из некоторого множества возможных причин явления путём исключения случайных совпадений выявляется его действительная причина.

Причинная связь между явлениями *x* и *y* имеется, если существование *x* обуславливает существование *y*. То есть, «причина *x* влечёт следствие *y*». *Причина события* – это *необходимое и достаточное условие для его наступления*.

Из установленных опытным (эмпирическим) путём данных нужно подтвердить или отвергнуть причинную связь между явлениями.

Например, известен факт: «Железо ржавеет, если есть повышенная влажность воздуха». С точки зрения здравого смысла это выявленная причинно-следственная связь. Но не только повышенная влажность воздуха может являться причиной возникновения ржавчины. Чтобы выяснить причину этого процесса во всей полноте, необходимо перейти от приблизительных, наблюдаемых в обыденном опыте единообразий, к более общим отношениям, выявляемым в результате углубленного научного анализа.

Установлено, что железо – активный металл, и на влажном воздухе оно окисляется, превращаясь в оксид-гидроксид железа:



---

<sup>2</sup> Дальнейшую проверку и доказательство этого предположения можно посмотреть в книге *Поля Д. «Математика и правдоподобные рассуждения»*. М., 1975, с. 56–64. Выражение  $Г - Р + В$  называется «эйлеровой характеристикой» многогранника. Для всех выпуклых многогранников характеристика равна 2.

Ржавчина – рыхлое вещество, поэтому влага и кислород, проникая сквозь неё, продолжают связывать атомы железа. Скорость окисления железа зависит от общей поверхности соприкосновения металла и воздуха, а также температуры компонентов среды.

### Методы установления причинных зависимостей<sup>3</sup>

<i>Метод</i>	<i>Суть</i>	<i>Пример</i>
<b>Единственного сходства</b>	если два или более случая исследуемого явления сходятся в одном только обстоятельстве, то это обстоятельство и есть причина или часть причины исследуемого явления.	Биолог Р. Шовен обнаружил, что рабочие пчёлы не строят маточников в улье, если в нём есть живая и мёртвая матки. Тот же эффект обнаруживается от применения в улье спиртовой настойки из мёртвой матки. Поэтому причиной является выделяемое пчелиной маткой вещество, сохраняющееся в её теле и после смерти.
<b>Единственного различия</b>	если случай, в котором встречается исследуемое явление, и случай, в котором оно не встречается, сходны во всех подробностях, за исключением исследуемой, то обстоятельство, встречающееся в первом случае и отсутствующее во втором, и есть причина явления.	Разделив подопытную и контрольную группу крыс, исследовали влияние тиамин на рост и здоровье организма. Условия, питание и режим приёма пищи был одинаков в обеих группах, но в подопытной группе тиамин не присутствовал в пище, а в контрольной – присутствовал. В подопытной группе крысы росли плохо и болели полиневритом. Вывод – причина задержки роста – отсутствие тиамин в пище.
<b>Сходства и различия</b>	если два или более случаев возникновения явления имеют общим лишь одно обстоятельство, а два или более случаев от-	Исландский шпат обладает свойством двойного преломления. Свойство зависит от кристаллического строения. Однородные некристаллические вещества сходны в том, что не обладают двойным преломле-

<sup>3</sup> Сформулированы Д.С. Миллем (1806-1873) в «Системе логики силлогистической и индуктивной» (1843).

	<p>сутствия того же явления имеют общим только отсутствие того же обстоятельства, то это обстоятельство, которым только и разнятся оба ряда наблюдений, есть причина явления.</p>	<p>нием, а кристаллические прозрачные вещества сходны в том, что этим свойством обладают.</p>
<p><b>Сопутствующих изменений</b></p>	<p>если вслед за изменением одного явления замечается изменение другого, то можно заключить о причинной связи между ними.</p>	<p>Д. Джоуль изучал трение как причину возникновения теплоты. Расходуя на трение одного вещества с другим определённое количество силы, он установил, что количество полученной при этом теплоты было больше или меньше в зависимости от того, больше или меньше было приложено силы.</p>
<p><b>Остатков</b></p>	<p>если в исследуемом явлении часть обстоятельств может быть объяснена определёнными причинами, то оставшаяся часть явления объясняется из оставшихся предшествующих фактов.</p>	<p>И. Ньютон определял упругость разных веществ по методу остатков. Подвешенные на нити шары он раскачивал, они ударялись друг о друга, а он сравнивал – как они отскакивают сравнительно с первоначальным отведением в сторону. Потеря движения происходила отчасти из-за сопротивления воздуха, отчасти от недостаточной упругости. Исключив фактор сопротивления воздуха (наблюдая изменение качания без предварительного столкновения) он рассчитал потерю движения, происходящую за счёт столкновения.</p>

При исследовании сложных явлений применение этих методов затруднено, так чрезвычайно проблематично выполнять необходимые условия – выделения только одного аспекта, схожесть во всех аспектах кроме одного, обособление

или изолирование причины и т.д. Используя эти методы, мы ориентируемся в понимании того, что есть «причинно-следственные отношения». Они позволяют выбраковывать ложные предположения и приближают к обнаружению истинного (достоверного) суждения, концепции.

Рассуждая о сходных объектах, мы стремимся выделить те признаки, по которым они сравнимы. **Умозаключение по аналогии** – это рассуждение, в котором из сходства двух предметов в некоторых признаках делается вывод об их сходстве и в других признаках. Когда набор объектов обладает общим свойством, можно сказать, что эти объекты являются аналогичными в отношении указанного свойства и данное свойство является аналогией для этих вещей. Например, у воронов есть свойство – чернота, по этому свойству они аналогичны. Все известные общие свойства некоторого набора объектов – известная положительная аналогия, а все общие свойства, которые известны или же нет – общая аналогия. При анализе некоторого набора объектов мы ориентированы на выявление неизменной связи одной части положительной аналогии с другой частью положительной аналогии. Создаваемые нами общие суждения не распространяются на всю положительную аналогию. Так, свойство быть человеком и свойство быть смертным не исчерпывает всех присущих людям общих свойств.

Рассуждение осуществляется в соответствии со следующими схемами.

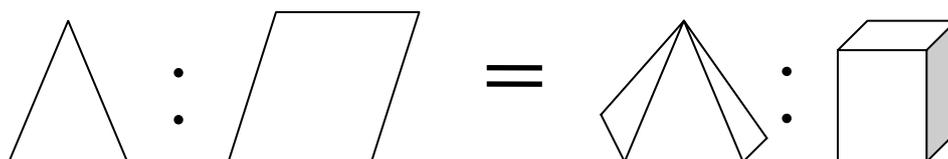
**Аналогия свойств:**

$a$  есть (не есть)  $P, Q, R, S$

$b$  есть (не есть)  $P, Q, R$

$b$  есть (не есть)  $S$ .

Например, элементарные аналогии в геометрии. Треугольник и пирамида могут быть представлены как аналогичные фигуры.



Будем рассматривать – прямоугольный отрезок и многоугольник. Вначале соединим все точки отрезка с точкой, не лежащей на содержащей отрезок прямой, и получим треугольник. Теперь соединим все точки многоугольника с точкой, не лежащей в плоскости многоугольника, и получим пирамиду. Таким же образом, как аналогичные фигуры можно рассмотреть параллелограмм и призму. Для этого переместим отрезок или многоугольник параллельно самому себе в направлении прямой, пересекающей содержащую его прямую или плоскость, и первый шаг опишет параллелограмм, а второй – призму. Сравнивая плоскую и пространственную геометрию можно обнаружить, что треугольник в плоскости аналогичен тетраэдру в пространстве, а так же что треугольник аналогичен пирамиде. Каждая из аналогий имеет значение в своём месте.

#### **Аналогия отношений:**

$a_1, a_2, \dots, a_n$  находятся (не находятся) в отношениях  $P, Q, R, S$

$b_1, b_2, \dots, b_m$  находятся (не находятся) в отношениях  $P, Q, R$

$b_1, b_2, \dots, b_m$  находятся (не находятся) в отношении  $S$ .

Например, у Юпитера есть спутники. Есть периодические ускорения в движении спутников. Выяснено, что причина вековых неравенств в средних движениях спутников кроется в вековых изменениях эксцентриситета орбиты Юпитера.

У Земли есть спутник – Луна. Есть периодические ускорения движения Луны. Установлены периодические колебания орбиты Земли. Следовательно, вековые изменения эксцентриситета земной орбиты вызывают в среднем движении Луны наблюдаемую неравномерность её движения.

#### **Способы рассуждения по аналогии в науке**

Аналогия свойств	Аналогия отношений
Сравнение предметов, исходя из наличия или отсутствия у них определённых свойств	Сравниваются системы предметов, и если удаётся обосновать сходство, то делаются выводы о подобии отношений
В 1899 г. П.Н. Лебедев опубликовал работу о давлении света и этим привлёк внимание физиков к волновому давлению. Д. Рэлей и Н.П. Костерин (1901) сформулировали идею о суще-	Резерфорд установил ряд сходных отношений: с одной стороны, существующих между электронами и атомным ядром; с другой, между Солнцем и планетами. Он сделал вывод о плане-

ствовании давления волн, распространяющихся в упругом теле (в том числе на поверхности воды).

тарном строении атомов, допустив, что электроны вращаются вокруг ядра по орбитам наподобие планет, которые вращаются вокруг Солнца.

Цель науки состоит в обнаружении в наборе рассматриваемых объектов тех частей из общей положительной аналогии, которые связаны неизменным образом. Например, в физике описание различных по природе колебательных и волновых движений одинаковыми математическими уравнениями стало возможно благодаря созданию аналогичных, подобных моделей. Если в механизме рассматриваются колебания материальных точек, связанных между собой силами гравитации или упругости, то в электродинамике модель колебательного движения – колебательный контур, где рассматриваются колебания зарядов и полей. Метод вариаций произвольных постоянных использовался Эйлером и Лагранжем для расчёта элементов возмущенной орбиты небесного тела. Дирак перенёс метод вариаций произвольных постоянных для расчёта элементов орбит электрона, движущегося вокруг ядра атома.

Когда мы рассматриваем множество воронов и приходим к суждению «все вороны черны», одной частью положительной аналогии являются анатомические свойства, подпадающие под определение термина «ворон», а другой частью – чернота. Свойства рассматриваемых аналогичных объектов подразделяются: на установленные структурно-сущностные для всех таких объектов (*обозначающая аналогия*) и феноменальные, выражающие один из признаков (*обозначающая аналогия*), которые устанавливаются. Когда мы хотим сформулировать общее суждение об аналогичности рассматриваемых объектов, мы стремимся показать, *что обозначающая аналогия неизменно сочетается с обозначаемой аналогией.*

Рассмотрим подробный пример правдоподобного рассуждения по аналогии. Меркурий и Венера обладают аналогией с четырьмя другими планетами, а именно: они вращаются по эллиптической орбите вокруг Солнца, имеют почти сферическую форму и т.д.; это — *обозначающая аналогия*. Четыре другие планеты также обладают общим свойством вращения вокруг оси; это *обозначаемая аналогия*. Мы делаем вывод, что Мер-

курий и Венера обладают остающейся обозначаемой аналогией (т.е. вращаются вокруг оси). Правильность этого умозаключения зависит от суждения «все планеты вращаются вокруг своей оси». Истинность данного суждения, однако, остается неизвестной. Но для того чтобы ее предполагать, у нас есть следующее основание: *считается, что Земля, Марс, Юпитер и Сатурн представляют случайный пример из класса этим четырем планетам свойственно вращение вокруг оси; следовательно, вращение вокруг оси характеризует все планеты.* Данное заключение является правдоподобным относительно основания и не является достоверным. С определённой долей вероятности мы можем заключить, что поскольку Меркурий и Венера обладают всеми обозначающими аналогиями, которые присущи всем другим планетам, то они также вращаются и вокруг оси. Правдоподобное рассуждение по аналогии зависит от отбора подходящих образцов<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Итальянский физик и астроном Галилео Галилей (1564–1642) открыл параболическую траекторию брошенных тел и количественные законы их движения. С помощью телескопа он наблюдал спутники Юпитера и заметил, что они обращаются вокруг Юпитера аналогично Луне, обращающейся вокруг Земли, а также аналогично планетам, обращающимся вокруг Солнца. Он открыл также фазы Венеры и отметил их сходство с фазами Луны. Всё это было аргументами в пользу гелиоцентрической теории Коперника. Но Галилей не заметил аналогию между движением небесных тел и движением брошенных тел, которую увидел Ньютон. Траектория брошенного тела обращена своей вогнутостью к земле, и то же самое имеет место для траектории Луны. Эта аналогия важна для понимания закона всемирного тяготения. Ньютон в «Математических началах натуральной философии писал» (1687): «... брошенный камень под действием собственного веса отклоняется от прямолинейного пути, по которому он должен был бы следовать под влиянием только начального броска, и вынужден описать кривую линию в воздухе, и ... наконец, упасть на землю; и чем больше скорость, с которой он брошен, тем дальше он пролетит, прежде чем упадёт на землю. Поэтому мы можем предположить, что при соответственно возрастающей скорости он опишет дуги в 1, 2, 5, 10, 100, 1000 миль, прежде чем упадёт на землю, пока, наконец, покинув пределы Земли, он не должен будет перейти в пространство, не коснувшись её».

Изучая возможность наступления какого-то события, мы стремимся оценить его *вероятность*. Такая аналитика применима в отношении явлений, имеющих массовый характер. **Вероятность** – это математическая, числовая характеристика степени возможности появления какого-либо определенного события в тех или иных определенных, могущих повторяться неограниченное число раз условиях. *Вероятность равна отношению количества случаев, «благоприятствующих» данному событию, к общему количеству «равновозможных» случаев:*

$$P(A) = m/n .$$

Здесь  $P(A)$  обозначает вероятность (от лат. *probabilitas* – вероятность, правдоподобие) события  $A$ ;  $m$  – число случаев, благоприятствующих появлению события  $A$ ;  $n$  – число всех равновозможных событий.

Например, если событие имеет 3 благоприятствующих шанса, 2 неблагоприятствующих, то дробное выражение  $3/5$  выражает вероятность его появления и может рассматриваться как её мера. Например, в коробке находится 10 шаров. 3 из них красные, 2 – зеленые, остальные – белые. Найти вероятность того, что вынутый наугад шар будет красным, зеленым или белым. Извлечение красного, зеленого и белого шаров составляют полную группу событий. Назовём извлечение красного шара событием  $A$ , зеленого – событием  $B$ , белого – событием  $C$ . Тогда получим:  $P(A) = 3/10$ ;  $P(B) = 2/10$ ;  $P(C) = 5/10$ .

Вероятность не определяется чувствами оценивающего её, она зависит от природы классов событий. В предыдущих примерах она опиралась на априорную гипотезу «равной возможности» исходов опытов. Для определения вероятности классов событий необходимы объективные данные. Поэтому рассуждать о вероятности уникального случая бессмысленно. Когда рассуждаем о вероятности единичных случаев, то на самом деле речь идёт о некоторой фазе события, которая является общей и для других событий подобного вида.

*Оценивая возможность осуществления или неосуществления события в условиях проведения испытания, используют сле-*

дующие определения – *случайное* (может произойти, но может не произойти), *достоверное* (обязательно должно произойти) и *невозможное* (в данных условиях произойти не может) событие. Например, в ящике имеется 10 шаров, из которых 8 – чёрных. Опыт состоит в вынимании, ни глядя, одного шара, что обеспечивает *равновероятность*. Вероятность того, что вынутый шар из ящика будет чёрным, равна:

$$P = A/N = 8/10 = 0,8 .$$

где **A** – событие, **N** - количество объектов.

Вероятность противоположного события равна

$$Q = 1 - P .$$

Т.е. вероятность вынуть нечёрный шар равна

$$Q = 1 - 0,8 = 0,2 .$$

Если в ящике 10 чёрных шаров, то вероятность достоверного события равна 1 (вероятность вынуть один чёрный шар из 10 чёрных), вероятность невозможного события равна 0 (вынуть белый шар из 10 чёрных).

Существует математическое выражение оценки вероятности событий. Английские и французские математики А. Муавр (1667-1754), Т. Байес (1702-1761) и П. Лаплас (1749-1827) сформулировали правило «вероятности причин». Пусть некоторое событие **A** может произойти только при **n** несовместных исходах  $B_1, B_2, \dots, B_n$  (причин **A**) и только с ними., Если известно, что событие **A** наступило, спрашивается – чему равна вероятность того, что осуществилась причина  $B_j$ ? Лаплас в «Опыте философии теории вероятностей» написал: *«вероятность существования какой-либо из этих причин равна, следовательно, дроби, числитель которой есть вероятность события, вытекающая из этой причины, а знаменатель есть сумма подобных вероятностей, относящихся ко всем причинам: если эти различные причины, рассматриваемые априори, не одинаково вероятны, то вместо вероятности события, вытекающей из каждой причины, следует взять произведение этой вероятности на вероятность самой причины».*

**Правило Байеса-Лапласа** таково:

$$P(B_j | A) = P(B_j) \cdot P(A | B_j) / \sum_i P(B_i) \cdot P(A | B_i).$$

Для примера рассмотрим оценку вероятности восхода Солнца завтра. Несмотря на то, что Солнце всходило прежде каждый день, нет гарантии, что это будет и впредь. Предположим, мы никогда не видели восхода Солнца, и, увидев, что вечером Солнце ушло за горизонт, мы не знаем – будет ли его восход завтра. У нас нет достаточных оснований полагать как то, что оно взойдет, так и то, что этого не произойдет. То есть, вероятность будущего восхода Солнца –  $1/2$ . Но если прошлый опыт указывает, что восходы происходили каждое утро, он укрепляет нас в уверенности, что это будет продолжаться. Вероятность этого будет с каждым разом расти, приближаясь к единице, но не равняться ей, потому что полной уверенности никогда не появится. Вероятность восхода Солнца после  $n$  восходов будет равна  $(n + 1) / (n + 2)$ . Если  $n = 0$ , это  $1/2$ . А когда  $n$  увеличивается, то растёт и вероятность, стремясь к единице, когда  $n$  стремится к бесконечности.

Следует различать априорную и апостериорную вероятность. **Априорная** (доопытная) **вероятность** предшествует аргументам и наблюдениям, отражая убеждения, основанные на знании законов Вселенной (пока вы восхода не видели, но знаете, что большинство планет вращается вокруг своей оси). **Апостериорная** (после опыта) **вероятность** возникает после получения некоторых доказательств (вы увидели начало восхода).

*Теорема Байеса-Лапласа измеряет изменение апостериорной вероятности при появлении всё большего объёма доказательств.*

- Чем больше вероятность, что следствие вызвано причиной, тем более вероятно, что причина связана со следствием.
- Если наблюдается следствие, которое может произойти даже без данной причины, то имеется меньше доказательств наличия этой причины. Вероятность причины уменьшается вместе с вероятностью следствия (при отсутствии какого-либо знания о причинах).
- При прочих равных, чем выше априорная вероятность причины, тем выше должна быть апостериорная вероятность.

Мы стремимся упорядочить исследуемые объекты и для этого классифицируем их. **Классификация** – это система расположения предметов по классам на основании сходства этих предметов внутри класса и их отличия от предметов других

*классов*. Если основанием классификации служит существенный признак предметов, то она позволяет выявлять закономерности классифицированных объектов. Например, периодическая система элементов Д.И. Менделеева построена на основании выделения атомной массы химических элементов и их валентности. Классификация должна проводиться по одному основанию, члены её должны исключать друг друга, а совокупность всех её членов должна исчерпывать весь данный класс.

Например, элементарные частицы классифицируются в зависимости от участия в сильных (ядерных) взаимодействиях. В сильных взаимодействиях участвуют адроны (от греческого слова «адрос» – сильный) – большинство из них – резонансы – живут недолго, всего  $10^{-23}$  с, и после этого распадаются на более стабильные частицы. Вторая группа – лептоны (от греческого «лептос» – лёгкий) – не участвуют в сильных взаимодействиях. К ним относятся электрон, мюон, тау-лептон и нейтрино трёх типов (электронное, мюонное и таонное).

Частицы		Взаимодействия			
		Гравитационное	Электромагнитное	Слабое	Сильное
Фотоны		+	+	–	–
Лептоны	Нейтрино	+	–	+	–
	Эл. заряженные	+	+	+	–
Адроны		+	+	+	+

**Классификации подразделяются на естественные** (основанием классификации является существенный признак для данной группы объектов, который влечёт за собой большое число других признаков) и **искусственные** (в основание положен какой-то произвольный признак, позволяющий распознавать и запоминать объекты). Например, искусственными были ботаническая систематика Теофраста (он делил растения на деревья, кустарники, полукустарники и травы) и морфологическая К. Линнея (в основании классификации растений – морфологические особенности органов размножения – комплекс признаков, связанных со строением андрогцея). Классификация Линнея первоначально состояла из 8 разрядов (домен, царство, тип, класс, отряд, семейство, род, вид), организованных по

образцу древнеримской армии. Она ориентировалась на внешнее подобие растений, а не на установление их родства. Обращение к анатомическому строению растений и данным сравнительной морфологии позволило выявить родственные отношения растений. Первые естественные классификации растений были сделаны А. де Жюссье и А. де Канолем. Эволюционная теория Ч. Дарвина позволила придать естественной системе филогенетический смысл – расположения классификационных групп стали соответствовать путям эволюционного развития. В. Хеннинг в «Филогенетической систематике» (1966) классифицировал организмы, группируя их в строгом соответствии с их происхождением от общего предка. Кладистика (от греческого «кладос» – молодой побег) исследует происхождение организмов от общего предка и идентифицирует различные ветви, или клады, дерева жизни. При создании классификации вначале долго накапливаются факты, полученные опытным (эмпирическим) путём, которые затем индуктивно обобщаются.

*В научных исследованиях* используется ещё один способ рассуждения, называемый **абдукцией**. Он *направлен на поиск правдоподобных объяснительных гипотез*<sup>5</sup>. Абдукция состоит в исследовании фактов и построении гипотез для их объяснения. Она устанавливает регулярности, предполагает взаимосвязи, формулируемые в виде предварительной закономерности, которая затем многократно проверяется и уточняется.

**Форма абдуктивного рассуждения** такова:

*Наблюдается некоторое «удивительное» явление (Р).*

*Р было бы объяснено, если была бы истинной гипотеза (Н).*

*Следовательно, обосновано предполагать, что Н истинна.*

**Гипотезы** должны удовлетворять условиям: объяснять не только эмпирически наблюдаемые факты, но и пока непосредственно не наблюдаемые или проверяемые косвенным путём; они должны быть проверяемы. *Заключения абдукции не являются достоверными, но степень их правдоподобия увеличива-*

---

<sup>5</sup> **Гипотеза** – это не вполне обоснованное предположение о причинах явления или о ненаблюдаемых связях между явлениями. **Теория** – это обоснованное объяснение явлений, выявляющее обуславливающие их закономерности.

*ется, если рассуждающий использует принятые в данной научной дисциплине правила и принципы научного исследования.*

Например, Кеплер знал о том, что расстояние Марса от Солнца изменяется. Представление о круговых орбитах планет поначалу было для него непреложным, и Кеплер долго пытался найти объяснение, сохраняющее круговую орбиту. Для этого Солнце он помещал вне центра круга. Неудачи привели его к мысли, что орбита Марса имеет форму яйцеобразного овала, а потом, что орбита Марса – эллипс. Вначале Кеплер пытался поместить Солнце в центр эллиптической орбиты, но, наконец, ему пришла идея, что Солнце расположено не в центре, а в фокусе эллипса, описываемого Марсом. Эта идея подтвердилась данными наблюдения. Так был открыт первый закон Кеплера, согласно которому все планеты, включая Землю, обращаются вокруг Солнца по эллиптическим орбитам, причём Солнце находится не в их центрах, а в смещённых от центра точках, расположенных на больших осях этих эллипсов – в одном из их фокусов.

Рассказ Джеймса Уотсона об открытии структуры ДНК<sup>6</sup> иллюстрирует способ абдуктивного рассуждения.

«Успех Полинга с пептидной цепью, естественно, натолкнул Френсиса на мысль, что подобный фокус можно устроить с ДНК... Особенную важность представляли те его рассуждения, которые позволяли понять, как именно Лайнус Полинг открыл  $\alpha$ -спираль... Ключ к успеху Лайнуса надо было искать в том, что он доверился простым законам структурной химии.  $\alpha$ -спираль была открыта не с помощью простого созерцания рентгенограмм; главный фокус состоял в том, чтобы задать себе вопрос: какие атомы предпочитают соседствовать друг с другом? Основными рабочими инструментами были не бумага и карандаш, а набор молекулярных моделей... Мы не видели, что могло бы помешать нам решить проблему ДНК таким же способом. Нужно было только сконструировать набор молекулярных моделей и начать играть ими...

---

<sup>6</sup> В мае 1951 года Д. Уотсон увидел на конференции в Неаполе рентгенограмму ДНК, продемонстрированную во время доклада Морисом Уилкинсом. И в этом же месяце он узнал о том, что Л. Полинг сумел частично решить проблему строения белков (представив модель структуры макромолекулы –  $\alpha$ -спираль).

С самого начала мы исходили из того, что молекулы ДНК содержат очень большое число нуклеотидов, соединенных в регулярную линейную цепь. И здесь наши соображения частично основывались на соображениях простоты... Мы решили, пока не зайдём в тупик, считать строение сахарно-фосфатного остова весьма регулярным и искать такую спиральную пространственную конфигурацию, при которой все группы этого остова имели бы одинаковое химическое окружение.

Мы сразу же поняли, что строение ДНК может оказаться более сложным, чем строение  $\alpha$ -спирали. В  $\alpha$ -спирали одна полипептидная цепь (последовательность аминокислот) сворачивается в спираль, удерживаемую водородными связями между группами этой же цепи. Морис, однако, сказал Френсису, что диаметр молекулы ДНК больше, чем это было бы, если бы она состояла только из одной полинуклеотидной цепи. Это навело его на мысль, что молекула ДНК представляет собой сложную спираль, состоящую из нескольких полинуклеотидных цепей, завёрнутых одна вокруг другой. В этом случае всерьёз приниматься за построение модели можно было, только решив заранее, как соединены эти цепи друг с другом: водородными связями или через солевые мостики и отрицательно заряженные фосфатные группы.

Положение усложнялось ещё тем, что в ДНК обнаружили четыре типа нуклеотидов. В этом смысле строение молекулы ДНК в высшей степени нерегулярно. Правда, эти четыре нуклеотида не очень отличаются друг от друга: в каждом из них содержатся те же сахар и фосфат. Различия зависят лишь от азотистых оснований – либо пуриновых (аденина и гаунина), либо пиримидиновых (цитозина и тимина). Но поскольку в связях между нуклеотидами участвуют только фосфаты и сахара, наше предположение о том, что все нуклеотиды соединены в единое целое однотипными химическими связями, оставалось в силе. Поэтому при постройке моделей мы намеревались исходить из того, что сахарно-фосфатный остов имеет строго регулярное строение, а основания неизбежно расположены весьма нерегулярно (если бы последовательность оснований была везде одинаковой, то одинаковыми были и все молекулы ДНК, а значит, не существовало бы такого огромного разнообразия генов)».

# Доказательство и аргументация

*Sapiens nil affirmat, quod non probet.*  
(Умный ничего не утверждает без доказательств).

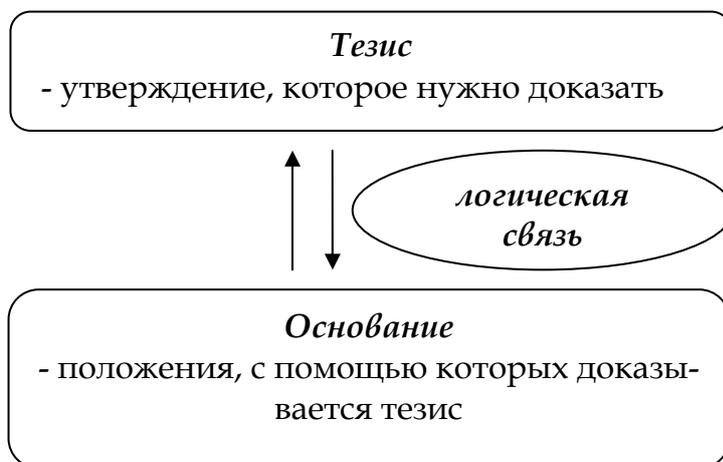
«В процессе доказательства я пользуюсь двумя принципами. Один из них – ложно то, что влечет противоречие. Другой – для всякой истины (которая не является непосредственной или тождественной) может быть представлено основание».

Г. Лейбниц

У каждого из нас есть система убеждений и знаний, приобретённых в личном опыте. Зачастую мы не помним – когда и как у нас сформировался этот набор убеждений, но опираясь на них, мы строим свои рассуждения и делаем заключения. В обычной и научной жизни мы должны быть готовы к пересмотру своих убеждений, если предлагаемая новая система доказательств будет достаточно убедительна, или к отстаиванию их, если для пересмотра нет достаточных оснований. Что такое доказательство?

*Доказательство – это процедура установления истинности некоторого утверждения путем приведения других утверждений, истинность которых уже известна, и из которых с необходимостью вытекает первое.*

## Структура доказательства



В доказательстве необходимо указать посылки, на которые опирается тезис, и те логические правила, по которым осуществляются преобразования утверждений в ходе доказательства. *Доказательство – это любая процедура обоснования истинности тезиса, включающая как дедуцию, так и индуктивное рассуждение, ссылки на связь доказываемого положения с фактами и наблюдениями.*

### *Виды доказательств по структуре*

	<i>Прямое доказательство</i>	<i>Косвенное доказательство</i>
<i>Задача</i>	найти убедительные основания, из которых логически вытекает тезис.	установить справедливость тезиса тем, что вскрыть ошибочность противоположного ему допущения, антитезиса.
<i>Путь</i>	1. Найти признанные обоснованными утверждения, которые будут убедительны; 2. Установить логическую связь между найденными основаниями и тезисом.	1. Выдвигается антитезис; 2. Из него выводятся следствия с намерением найти среди них хотя бы одно ложное; 3. Устанавливается, что в числе следствий действительно есть ложное; 4. Делается вывод, что антитезис неверен; 5. Из ложности антитезиса делается заключение, что тезис является истинным.
<i>Пример</i>	Нужно доказать, что кометы подчиняются действию законов небесной механики. <i>Все космические тела подпадают под действие законов небесной механики. Кометы – космические тела. Следовательно, кометы подчиняются данным законам.</i>	Врач, убеждая пациента, что тот не болен ангиной, рассуждает так. <i>Если бы действительно была ангина, то имелись бы характерные симптомы: острая боль в горле, головная боль, повышенная температура и т.п. Но ничего подобного нет. Значит, нет и ангины.</i>

Образцом использования правил рассуждения является математика. К математическому доказательству предъявля-

ются самые строгие требования. Математики стремятся в доказательстве использовать наименьший возможный набор аксиом и правил вывода. Это позволяет локализовать возможные внутренние противоречия. *Доказательство в математике* – это индуктивный аргумент, который основывается на других доказательствах, которые уже установлены (*теоремах*), или самоочевидно истинных утверждениях (*аксиомах*). Каждый шаг доказательства должен опираться на уже известное.

Очень редко, если это возможно, доказательство может заключаться в проверке всех вариантов. Например, если у нас есть гипотеза, касающаяся только всех чётных чисел от 2 до 400, мы можем проверить, все ли эти числа удовлетворяют заданным условиям.

Неполная проверка не является достаточным основанием для доказательства в математике. В 1742 г. отечественный математик Христиан Гольдбах предположил, что: всякое натуральное число<sup>7</sup>  $n$ , начиная с шести, есть сумма трёх простых чисел. Для небольших  $n$  гипотезу Гольд-

---

<sup>7</sup> *Классификация чисел.* Есть несколько видов чисел. Число – это математическая абстракция, используемая для счёта, измерения величин или указания порядкового номера предметов. *Натуральные числа* – это 1, 2, 3, 4, 5, ... Наименьшее натуральное число – 1, но наибольшего среди них нет. За каждым натуральным числом идёт следующее, на единицу большее натуральное число. *Целые положительные числа* – это натуральные числа с нулём: 0, 1, 2, 3, ... *Целые числа* расширяют ряд натуральных чисел противоположными им числами – отрицательными: ... -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, ... *Рациональные числа* – это дроби, например  $\frac{2}{3}$ . Они включают и целые числа, которые можно записать дробью  $\frac{n}{1}$ . Рациональные числа представимы бесконечными почти периодическими десятичными дробями. Так,  $\frac{1}{2} = 0,500\dots$ , а  $\frac{1}{3} = 0,333333\dots$ . *Иррациональные числа* – бесконечные десятичные дроби, не являющиеся почти периодическими. Примерами являются  $\pi$ ,  $e$  и корень из 2-х. *Вещественные или действительные числа* – все вышеперечисленные. *Комплексные числа* – состоят из действительной и мнимой частей. Среди них есть «мнимая единица» –  $i$ , такая, что  $i^2 = -1$ . В математике рассматриваются и другие подобные числам системы.

баха можно проверить непосредственно; например,  $96 = 2 + 47 + 47$ . С другой стороны, для очень больших *нечётных* чисел гипотеза тоже верна: как доказал в 1937 году И.М. Виноградов, гипотеза Гольдбаха верна для всех нечётных  $n$ , больших некоторого огромного  $n_0$ . Из анализа доказательства Виноградова вытекало, что в качестве  $n_0$  можно взять, некоторое число, требующее свыше шести с половиной миллионов знаков для своей десятичной записи. Оставалось проверить все нечётные числа от 7 до названного числа, и для *нечётных чисел* гипотеза Гольдбаха окажется либо доказанной, либо опровергнутой. Проверка такого рода пока что представляется нереальной. Поэтому *гипотеза Гольдбаха* остаётся недоказанной, несмотря на то, что на компьютерах её проверили до  $4 \cdot 10^{18}$  (4 000 000 000 000 000 000).

В математике положение считается доказанным только тогда, когда оно логически выведено из посылок, признаваемых справедливыми. Можно предполагать, что теорема справедлива во всей общности, если она подтверждается на большом числе примеров. В этом случае возможна попытка доказательства с помощью метода математической индукции. Если это удаётся, то справедливость теоремы считается установленной. Если нет – вопрос о верности теоремы остаётся открытым (она может быть доказана или опровергнута каким-то иным методом, но возможна также иная ситуация).

В математике есть несколько *схем доказательств*:

- *доказательство методом перебора* (проверяется всё возможное число ситуаций).

Например, надо доказать, что среди целых неотрицательных чисел, меньших 420, кроме 3 и 216, нет других корней уравнения:

$$(x + 2008) \cdot (x - 3) \cdot (x - 216) \cdot (x - 548) = 0$$

*Доказательство*: последовательно перебирая 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..., 213, 214, 215, 216, 217, ... 417, 418, 419 и подставляя их в уравнение, убеждаемся, что ни одно из них, кроме 3 и 216, не обнуляет левую часть.

Этот метод считается малоидейным. Математики, обычно, ценят более поучительные доказательства.

- *прямое конструктивное доказательство* (указать и построить объект с данными свойствами или представить способ решения уравнения или задачи). Например, докажем, что

существуют иррациональные числа. Мы покажем, что конкретное число  $\sqrt{2}$  – не рационально. Сначала покажем, что такое вещественное число есть. Рассмотрим прямоугольный треугольник с единичными катетами. По теореме Пифагора, его гипотенуза равна  $\sqrt{2}$ . Теперь предположим, что эта положительная величина рациональна и, следовательно, может быть представлена несократимым отношением натуральных чисел  $m/n$ . Тогда

$$(m/n)^2 = 2; m^2 = 2n^2.$$

Поскольку 2 – простое число,  $m$  должно делиться на 2:  $m=2k$ . Тогда

$$m^2 = 4k^2 = 2n^2; n^2 = 2k^2.$$

Поэтому  $n$  также делится на 2, и дробь  $m/n$  сократима на 2. Противоречие показывает, что среди рациональных чисел  $\sqrt{2}$  отсутствует. Из этого вытекает существование иррациональностей.

- *косвенные доказательства существования* (обоснование того факта, что искомый объект существует, происходит без прямого построения такого объекта).

Например, докажем существование иррациональных чисел. По теории множеств Кантора, множество рациональных чисел счётно, а действительных – несчётно. Значит, некоторые (на самом деле – многие) вещественные числа не являются рациональными – они иррациональны.

- *доказательство «от противного»* (из предположения об истинности утверждения, противоположного доказываемому, выводится отрицание посылки и, тем самым, – противоречие с ней). Этот метод рассуждения опирается на логический закон «исключённого третьего», из которого вытекает, что из любой предпосылки следует заведомо истинное утверждение, – и, в частности, любое утверждение, либо его отрицание. Поэтому, если из отрицания доказываемого утверждения следует отрицание предпосылки, – во избежание противоречия (за что отвечает закон непротиворечия), – из самой предпосылки следует доказываемое утверждение.

Например, дан треугольник с двумя неравными углами при основании. Докажем утверждение: против большего угла лежит большая сторона. Предположим противоположное: в нашем треугольнике сторона, прилегающая к большему углу, больше стороны, прилегающей к меньшему углу. Но высота треугольника, опущенная на общее для углов основание (или

его продолжение), равна произведению синуса угла на длину прилегающей к нему боковой стороны. Эти произведения, взятые для рассмотренных углов, равны. Но если углы не больше прямого, это сразу даёт противоречие, поскольку в указанном диапазоне углов синус строго возрастает. Если же один из углов тупой, то его синус равен синусу дополнительного к нему угла, который заведомо больше другого угла треугольника – острого. И противоречие повторяется.

- *математическая индукция* (установление общего свойства «вполне упорядоченного» ряда объектов, при условии, что этим свойством обладает родоначальник ряда, и всякий другой объект наследует это свойство от предыдущего объекта ряда). Наиболее просто этот метод применяется для ряда объектов, индексированных натуральными числами. Частные наблюдения приводят к общему математическому результату. Этот принцип позволяет делать универсальные заключения после установления истинности базиса индукции и демонстрации индукционного перехода.

Например, докажем неравенство Бернулли  $(1+\alpha)^n \geq 1+n\alpha$ , при  $\alpha \geq -1$ .

При  $n=1$  левая и правая части равны, что даёт базис индукции. Шаг индукции начнём с предположения, что неравенство верно при  $n = k$ . Тогда, умножая неравенство  $(1+\alpha)^k \geq 1+k\alpha$  на неотрицательное число  $1+\alpha$ , получим  $(1+\alpha)^{k+1} \geq (1+k\alpha) \cdot (1+\alpha) = 1+(k+1) \cdot \alpha + k\alpha^2 \geq 1+(k+1) \cdot \alpha$ . Что завершает шаг индукции и доказательство неравенства Бернулли<sup>8</sup>.

- *аксиоматический метод* (даются разрешённые логические переходы, сообщаются начальные понятия и положения, затем из них выводятся теоремы). Для правильности этого метода необходимо отсутствие противоречивых выводов.

Нынешний способ математических рассуждений был заложен Евклидом (325–265 гг. до н.э.). В его системе вслед за определениями постулируются наглядные положения, а потом доказываются теоремы. Так возник-

---

<sup>8</sup> Более подробное описание методов математических доказательств изложено в книгах: *Успенский В.А.* «Простейшие примеры математических доказательств». М., 2009; *Поля Д.* «Математика и правдоподобные рассуждения». М., 1975; *Кранц С.* «Изменчивая природа математического доказательства». М., 2016.

ла парадигма (пример, образец), которой на протяжении всей истории следуют математики. Утверждения, доказанные методами «Начал» Евклида останутся верными навсегда.

Математики Нового времени систематизировали недоказуемые положения Евклида, разбив их, по их роли в «Началах», на постулаты и аксиомы. Постулаты и аксиомы выражают основные свойства пространственных форм, описанных в определениях Евклида.

*Постулаты* – это требования «идеальной» осуществимости некоторых элементарных построений, к конечным цепочкам которых сводятся все геометрические построения в «Началах». Они таковы:

1. От точки до другой точки можно провести прямую линию.
2. Отрезок можно непрерывно продолжить до прямой линии.
3. Из всякого центра и всяким раствором может быть описан круг.
4. Все прямые углы равны между собой.
5. Если прямая, падающая на две прямые, образует внутренние и по одну сторону углы, в сумме меньшие двух прямых, то эти две прямые, продолженные неограниченно, встретятся с той стороны, где углы меньше двух прямых.

*Аксиомы* Евклида – это описания свойств любых величин, которые рассматриваются как предельные и всеобщие истины. Они следующие:

1. Равные одному и тому же величины равны между собой.
2. Если к равным прибавить равные, то суммы будут равны.
3. Если от равных отнимаются равные, то остатки будут равны.
4. Если к неравным прибавить равные, то суммы будут не равны.
5. Удвоенные равных равны между собой.
6. Половины равных равны между собой.
7. Совмещающиеся друг с другом равны между собой.
8. Целое больше части.
9. Две прямые не содержат плоскости.

Аксиомы, постулаты и логика Аристотеля составляют основу доказательств «Начал». В этой книге заложена основа *содержательной аксиоматизации* – когда математическая или физическая теория строится на основе аксиом, описывающих основные свойства, отношения и связи содержательной области объектов. Причём объекты имеют прямое описание, определение до задания аксиом.

Во второй половине XIX века широко распространился *полуформальный аксиоматический метод*. Его особенность в том, что понятия об основных объектах математической теории не получают конкретного толкования или прямого определения. С помощью списка относящихся к ним аксиом объекты определяются косвенно. Аксиомы задаются как описания структуры основных объектов, отношений и связей, в которые они могут вступать. Такие области объектов называют моделями или интерпретацией аксиоматизированной теории. После открытия гиперболической геометрии (Н.И. Лобачевским, Я. Больяи и К. Гауссом) стало ясно, что аксиомы – это не абсолютные истины, а утверждения локального действия, гипотезы, требующие проверки. *Проверка может представлять собой опытное подтверждение, либо сведение к ранее установленным математическим истинам*. Полуформальное аксиоматическое построение математической теории начинается с перечня: изучаемых основных объектов, отношений и связей, в которых эти объекты могут находиться; принимаемых без доказательства аксиом, задающих полное описание структуры возможных отношений и связей основных объектов. Каждое неосновное понятие теории должно сводиться к основным понятиям с помощью определений. Положения, высказываемые относительно объектов, должны доказываться логически, при помощи принятых аксиом.

В конце XIX века выдающийся немецкий математик Д. Гильберт описал аксиоматический метод как самостоятельную теорию на примере геометрии («Основания геометрии», 1899) и *формализовал аксиоматический метод*. Его идеи имели большое воздействие на математику<sup>9</sup>.

Полуформальная аксиоматизация коснулась не только математических дисциплин, но и некоторых разделов естествознания и техники<sup>10</sup>.

Архимед применил аксиоматический метод вне математики, предложив основы теоретической статики на базе системы аксиом (в работе «О равновесии плоских фигур, или о центрах тяжести плоских фигур»). Ньютон

---

<sup>9</sup> Общий обзор развития аксиоматического метода от Евклида до Д. Гильберта изложен в книге: *Молодший В.Н. Очерки по философским вопросам математики*. М., 1969.

<sup>10</sup> Применение аксиоматического метода в естествознании носит локальный характер. Например, результативна аксиоматизация теории эволюционной морфологии.

развил аксиоматическую концепцию динамики. Аксиоматизирована термодинамика и специальная теория относительности.

Математика развивается внутри аналитической системы, созданной самими математиками. Она сконструирована так, что её результаты надёжны и воспроизводимы. Математические и логические предложения представляют собой принятые правила употребления знаков и явно не говорят о фактах физического мира, хотя и могут быть использованы для его описания.

*Доказательство в естествознании* имеет свою отличительную особенность, связанную с исследуемым предметом и используемыми методами.

В предисловии к «Трактату о свете» (1690) Гюйгенс описал особенности доказательств в физике: «Доказательства, приводимые в этом трактате, отнюдь не обладают той же достоверностью, как геометрические доказательства, и даже весьма сильно от них отличаются, так как в то время, как геометры доказывают свои предположения с помощью достоверных и неоспоримых принципов, в данном случае принципы подтверждаются при помощи получаемых из них выводов; природа изучаемого вопроса не допускает, чтобы это происходило иначе».

Естественные науки формировались на основе наблюдений и экспериментов пространственно-временных процессов, материальных объектов и их отношений.

И. Ньютон в «Математических началах натуральной философии» сформулировал **правила естествонаучного рассуждения**. Сам он их называл «правила философствования»:

- «Не должно принимать в природе иных причин сверх тех, которые истины и достаточны для объяснения явлений».

- «Поэтому, поскольку возможно, должно приписывать те же причины того же рода проявлениям природы».

- «Такие свойства тел, которые не могут быть ни усиливаемы, ни ослабляемы и которые оказываются присущими всем телам, над которыми возможно производить испытания, должны быть почитаемы за свойства всех тел вообще».

• «В опытной физике предложения, выведенные из совершающихся явлений с помощью наведения, несмотря на возможность противных им предположений, должны быть почитаемы за верные или в точности, или приближенно, пока не обнаружатся такие явления, которыми они еще более уточнятся или же окажутся подверженными исключениям. Так должно поступать, чтобы доводы наведения не уничтожались предположениями».

Воспроизводимые контролируемые наблюдения и эксперименты<sup>11</sup> считаются в естественных науках лучшим критерием истинности.

Например, результатом наблюдения и эксперимента является факт, фиксирующий некоторую физическую величину ( $45,6^{\circ}\text{C}$  – температура водорода). В результате статистической обработки результатов получается статистическое резюме  $a \pm \Delta a$ , где  $\Delta a$  – погрешность измерения (например,  $45,6^{\circ} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ). Т.о., установленный факт – «температура данного количества водорода в условиях данного эксперимента равна  $45,6^{\circ} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ». После этого происходит сравнение установленного факта с другими фактами, для чего повторяется измерение и проводится статистическая обработка полученной информации. Кроме температуры ( $T$ ) измеряется объём ( $V$ ) одного моля газообразного водорода при постоянном давлении и установлено  $26,9 \pm 0,1\text{л}$ . Повторно измеряется тех при таких же условиях газо-

---

<sup>11</sup> **Наблюдение** – это основанное на ощущениях целенаправленное изучение предметов, в результате чего формируется знание об их внешних свойствах и признаках. Научное наблюдение предполагает замысел, цель и средства (установки и приборы), с помощью которых фиксируются полученные данные. **Эксперимент** – это активный целенаправленный метод изучения явлений в фиксированных условиях их протекания, которые могут воссоздаваться и контролироваться самим исследователем. По характеру задач выделяют: *исследовательский эксперимент*, который связан с поиском неизвестных зависимостей между несколькими параметрами объекта; *проверочный эксперимент*, который применяется в случаях, когда требуется подтвердить или опровергнуть те или иные следствия теории.

образный гелий. Если значения  $T$  у водорода и гелия совпадут, то возможно: либо  $V$  гелия  $\neq V$  водорода; либо  $V$  гелия =  $V$  водорода. В первом случае нет возможности получить что-то новое. Во втором случае – обнаруживается связь между фактами – повторяющаяся зависимость («если  $T$  водорода или гелия =  $45,6 \pm 0,1^\circ\text{C}$ , то  $V = 26,9 \pm 0,1\text{л}$ »).

После выделения регулярности необходимо её распространить на более широкую предметную область – провести «эмпирическое обобщение» и выполнить индуктивное рассуждение. Получается эмпирический закон: «если температура газа (при указанных условиях) равна  $45,6 \pm 0,1^\circ\text{C}$ , то его объём равен  $26,9 \pm 0,1\text{л}$ ».

Для проверки утверждения ставят опыты в лаборатории. Излагая результаты, обязательно описывают основные фазы проводимых экспериментов, чтобы коллеги могли воспроизвести их самостоятельно.

Например, как изучалась природа растворов. До 1890-х гг. считалось, что растворы электролитов в неводных растворителях не обладают сколько-нибудь значительной электролитической проводимостью, так как они в этих растворителях диссоциированы. В 1889 г. И.А. Каблуков в лаборатории В. Оствальда исследовал электропроводность неводных растворов. Заинтересовавшись влиянием природы растворителя на свойства кислот, он изучил электропроводность хлористого водорода в различных растворителях: бензоле, ксилоле, гексане, эфире, изобутиловом и амиловом спиртах. Он установил, что электропроводность хлористого водорода в эфире приблизительно в 5 раз больше электропроводности такого же раствора хлористого водорода в ксилоле. В бензоле же электропроводность хлористого водорода ещё ниже. Определяя молекулярную электропроводность растворов хлористого водорода в эфире, Каблуков нашёл, что она очень незначительна и уменьшается с разведением. Это было неожиданным явлением, так как для большинства водных растворов наблюдалось обратное. Экспериментальные данные шли в разрез с принятым С. Аррениусом и В. Оствальдом положением, что молекулярная электропроводность увеличивается с разведением раствора. Открытие аномальной электропроводности показало, что чисто физической трактовки растворов недостаточно. Химизм взаимодействия растворённого вещества и растворителя определяет физико-химические свойства растворов. Каблуков пред-

полагал, что при растворении электролита в воде частицы её как бы вторгаются внутрь частиц электролита и расшатывают связь между атомами; разлагая молекулы растворённого вещества, вода образует с ионами непрочные соединения, которые находятся в состоянии диссоциации.

В 1891 г. Каблуков продемонстрировал, что электропроводность водно-спиртовых растворов хлористого водорода ниже, чем электропроводность соответствующих водных растворов. Аррениус считал, что уменьшение электропроводности в водно-спиртовых растворах зависит в основном не от понижения диссоциации электролита, а от увеличения трения ионов в смешанных растворителях. Но наблюдения Каблукова показывали, что электропроводность уменьшается быстрее, чем увеличивается вязкость среды, и что, уменьшение электропроводности нельзя объяснить только увеличением сопротивления, которое оказывают частицы спирта движущимся ионам. Пришлось принять, что спирты действуют как хлористый водород менее диссоциирующим образом, чем вода<sup>12</sup>.

В XX веке с развитием теоретических разделов физики, астрономии и химии, сложилась практика доказательства и проверки результатов при помощи математических моделей исследуемых объектов.

*Принцип верификации* (от лат. *verificare* – доказывать истину) предполагает, что истинность научного высказывания удостоверяется опытной проверкой. Опыт же представляет собой комбинацию неделимых и простых фактов или событий, которые можно однозначно отобразить в высказываниях. Различается *непосредственная верификация* – прямая проверка утверждений, формирующих данные наблюдений и экспериментов, и *косвенная верификация* – заключающаяся в установлении теоретических и логических отношений между косвенно верифицируемыми и непосредственно верифицируемыми утверждениями.

---

<sup>12</sup> Историю изучения природы растворов можно прочесть в книге Соловьёва Ю.И. История химии в России. М.: Наука, 1985.

### **Как опровергается доказательство?**

*Опровержение* – это рассуждение, направленное против выдвинутого тезиса с целью установления его ложности или недоказанности. *Основной приём опровержения* – *выведение из опровергаемого утверждения следствий, противоречащих истине*. Если даже одно логическое следствие положения ложно, то ложным является и само положение.

Кроме того, *утверждение и его отрицание не могут быть истинными одновременно*. Как только удастся показать, что верным является отрицание тезиса, вопрос об истинности самого тезиса автоматически отпадает.

Например, если утверждается, что у любой планеты есть спутники, для опровержения достаточно указать планету без спутников – Венеру.

Дискредитация доводов, поддерживающих какое-то положение, ещё не означает неправильности этого положения. По существу верное утверждение может отстаиваться с помощью недостаточных или слабых оснований.

***Следующие вопросы проверяют степень надёжности доказательства:***

- *Что получено: предположение, основанное на описании фактов, или доказательство?*
- *Как получено предположение (доказательство)?*
- *Насколько сильны приводимые доводы?*
- *Можно ли опровергнуть доказательство?*
- *В чём состоит посылка и заключение? Можно ли ослабить посылку и усилить заключение? Все ли обстоятельства учтены?*
- *Можно ли сравнить данное умозаключение с уже известным и проверенным случаем?*

### **Каких ошибок надо избегать в доказательстве?**

Ошибки	Суть	Пример
относятся к основанию	тезис обоснован с помощью ложных оснований (посылок)	Только птицы летают; тигры не птицы; Следовательно, тигры не летают.

относятся к тезису	замещение тезиса в ходе доказательства каким-то другим, близким ему по форме или содержанию положением; сужение тезиса и соответственно его недоказанность	Доказывая, что сумма углов треугольника равна двум прямым, недостаточно доказать, что эта сумма не больше $180^{\circ}$ .
относятся к логической связи	если хотя бы одна из посылок доказательства неверна, оно теряет силу; если умозаключение не опирается на логический закон или заключение не вытекает из посылок.	Если около 1 млрд. звёзд могут иметь планетные системы, на которых в принципе возможна жизнь; то в нашей планетной системе возможна жизнь не только на Земле.

*Аргументация – это приведение доводов с намерением вызвать эмоционально-психологическую поддержку аудитории к выдвинутому положению.*

В аргументации различают *тезис* – утверждение, которое нужно внушить аудитории, и *довод* (аргумент) – утверждение, предназначенное для поддержки тезиса. Влиять на слушателей или зрителей можно не только с помощью речи и словесно выраженных доводов, но и многими другими способами: жестом, мимикой, наглядными образами.

### Степень обоснованности

	Полное обоснование	Сравнительно-оценочное обоснование
Определение	приведение достаточных оснований, в силу которых должно быть принято обосновываемое положение.	система убедительных доводов в поддержку того, что <i>лучше</i> принять обосновываемое положение, чем иное, противопоставляемое ему положение.
Структура	«А должно быть принято в силу С», где А – обосновываемое положение и С – основание обоснования.	«Лучше принять А, чем В, в силу D».

Пример	«Следует принять, что небо днём в обычных условиях голубое, поскольку в пользу этого говорит непосредственное наблюдение».	«Лучше принять, что днём небо голубое, чем принять, что оно красное, основываясь на положениях физики атмосферы».
--------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Сравнительно-оценочное обоснование не является полным. Ведь, обосновывая, что одно утверждение правдоподобнее другого, мы ещё не доказываем его истинность.

Например, рассуждая о том, что произойдет, если между экраном и точечным источником света поместить непрозрачный диск, в XVIII веке представлялось более очевидным, что на экране образуется сплошной тёмный круг тени, отбрасываемой диском. Но, О. Френель, руководствуясь волновой гипотезой света, предположил и доказал, что в центре должно быть светлое пятно, так как волны способны огибать края диска.

### Виды обоснований

<i>Эмпирическое обоснование</i>		<i>Теоретическое обоснование</i>
<i>Прямое подтверждение</i>	<i>Косвенное подтверждение</i>	
непосредственное наблюдение тех явлений, о которых говорится в проверяемом утверждении.	подтверждение в опыте логических следствий обосновываемого положения.	выведение предположения из более общих положений.
<i>Как доказано, что в Солнечной системе за Ураном есть ещё одна планета? На основе изучения возмущений в орбите Урана было теоретически предсказано существование Нептуна и указано место для наблюдения. Астроном Галле, пользуясь расчётами и указаниями Леверье, смог увидеть новую планету – Нептун.</i>	<i>Как открытие Нептуна подтверждает теорию всеобщего тяготения? Под воздействием силы гравитационного притяжения должно происходить изменение в траектории движущихся взаимодействующих тел, что подтверждается возмущениями в орбите Урана.</i>	<i>Является ли скорость необходимой величиной при характеристике равномерного и неравномерного движения? Понятие скорости используется при описании количественной характеристики процесса движения, следовательно, – равномерного и неравномерного.</i>

Надёжным и универсальным способом подтверждения всех видов обоснования является, после выведения логических следствий, их опытная проверка. Подтверждение следствий оценивается как свидетельство в пользу достоверности обосновываемых положений.

Например, общая теория относительности (ОТО) Эйнштейна позволяет сделать вывод, что не только планеты вращаются вокруг Солнца, но и эллипсы, которые они описывают, должны медленно вращаться вокруг Солнца. Чем ближе планета к Солнцу, тем быстрее это вращение. Но оно для планет столь мало, что его чрезвычайно сложно установить. Только у Меркурия ещё до появления ОТО было выявлено необъяснимое вращение эллипса орбиты. Так как ОТО не опиралась на данные об орбите Меркурия, то этот факт был интерпретирован в пользу этой теории.

### Способы аргументации

<i>Универсальная аргументация</i>	<i>Контекстуальная аргументация</i>
прямое и косвенное индуктивное подтверждение	Ссылка на интуицию «Это очевидно...», «Я чувствую, что...»
дедукция тезиса из принятых общих положений	Ссылка на авторитет, традицию, веру «Я постарше вас, поэтому...», «В Библии сказано...», «Эйнштейн говорил, что...»
проверка тезиса на совместимость с другими принятыми законами и принципами	Ссылка на этику «Безнравственно полагать, что...»
	Апелляция к здравому смыслу, к вкусу «Присутствующие – здравомыслящие люди и согласятся с тем, что...»

Убедительность аргументации зависит не только от того – кто и как выступает, представляя свои аргументы и доказательства, но и от того – кто слушает.

Например, в религиозном сообществе была убедительна аргументация, использованная Бесиале Аррэ, доктором Сорбонны, в 1671 г.: «Теология учит нас тому, что Солнце было создано для того, чтобы освещать»

щать Землю. Однако для того, чтобы освещать дом, нужно перемещать факел, а не сам дом. Следовательно, Солнце движется вокруг Земли, а не Земля вокруг Солнца».

Доказательство имеет обезличенный универсальный адресат, который оценивает истинность тезисов и правильность формы умозаключения. Аргументация, напротив, строится, исходя из ожидаемого адресата, на которого будет оказываться эмоционально-психологическое воздействие апелляцией к его убеждениям.

# Содержание

<b>Правила эффективного обучения</b> .....	<b>3</b>
Установки изучения нового предмета .....	3
График обучения.....	4
Эффективное запоминание .....	5
<b>Искусство выступления</b> .....	<b>6</b>
Увлекательность .....	6
Убедительность .....	7
Подготовка к выступлению .....	8
<b>Способы рассуждения</b> .....	<b>10</b>
Приёмы мышления .....	11
Понятия и определения .....	12
Суждения.....	17
Умозаключения.....	19
Логические законы.....	21
Структура дедуктивного рассуждения.....	24
Структура индуктивного рассуждения.....	25
Методы установления причинных зависимостей .....	30
Аналогия .....	32
Вероятность.....	36
Классификация.....	38
Структура абдуктивного рассуждения.....	40
<b>Доказательство и аргументация</b> .....	<b>43</b>
Структура и виды доказательства.....	44
Доказательство в математике .....	45
Доказательство в естествознании.....	51
Опровержение и ошибки доказательства .....	55
Структура аргументации и виды обоснования .....	56
Способы аргументации.....	58

Баранец Наталья Григорьевна

Доктор философских наук,  
профессор кафедры философии, социологии и политологии  
Ульяновского государственного университета

## **КАК ПРАВИЛЬНО РАССУЖДАТЬ И ВЫСТУПАТЬ**

Учебное пособие к курсу «Философия»  
для студентов

Подписано в печать 09.01.2018

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Печать ризографическая. Гарнитура Book Antiqua.

Усл.печ.л. 3,45. Заказ № 18/003.

Тираж 50 экз.

Отпечатано в издательско-полиграфическом

центре «Гарт» ИП Качалин А.В.

432042, Ульяновск, ул. Рябикова, 4.