

ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЙ ПОИСК



Наталья ТОМОВА

Кандидат философских наук,
старший научный сотрудник. Институт философии РАН.
109240, Российская Федерация, Москва, ул. Гончарная, д. 12, стр. 1;
e-mail: natalya-tomova@yandex.ru

АНАЛОГИЯ

В статье раскрывается содержание понятия «аналогия». Рассматриваются особенности его использования в истории философии, начиная с Античности, со школы Пифагора, с которой связывают возникновение этого термина. Затрагиваются особенности употребления аналогии у Платона, Аристотеля, далее у философов эпохи Возрождения, Нового времени.

Приводится определение умозаключения по аналогии как особого вида правдоподобного умозаключения. Перечисляются виды умозаключений по аналогии с соответствующими примерами. Отдельный раздел посвящён вопросу использования рассуждений по аналогии в области математики, юриспруденции и в целом в научных исследованиях. Моделирование как один из эффективных методов исследования непосредственно связан с аналогией.

В основании аналогии лежит понятие сходства, и в различных научных областях оно имеет свою специфику. В математике и логике сходство находит своё выражение в таких понятиях, как изоморфизм и гомоморфизм. Анализ этих понятий приведён в соответствующем разделе. Аналогия между живыми организмами и техническими устройствами лежит в основе бионики. Нами были приведены некоторые примеры изобретений, в основе которых лежат аналогии из живой природы. В статье также затрагиваются вопросы о связи таких понятий, как аналогия и метафора, указывается, в чём их существенное различие.

Ключевые слова: аналогия, умозаключение по аналогии, сходство, аналогия свойств, аналогия отношений, строгая аналогия, нестрогая аналогия, моделирование, бионика, метафора

Аналогия (греч. Ἀναλογία – ‘соразмерность, пропорция’), отношение сходства предметов в каких-либо свойствах или отношениях.

Понятие аналогии в истории

Термин «аналогия» появился в школе Пифагора и применялся в области изучения отношений между числами. Так возникло понимание аналогии как соразмерности и пропорции. Евдокс Книдский обобщил понятие пропорции и предложил определение аналогии как подобия отношений не только между числами, но и между любыми величинами, понимаемыми в широком смысле. Такое определение позволило применять понятие пропорции, т.е. аналогии, вне математики – к отношениям людей, вещей, понятий [31, с. 50].

В философии Платона аналогия применяется прежде всего как метод сведения сложных проблем к проблемам более простым, к тому или иному примеру из другой области явлений, более понятной. Так, например, в диалоге «Теэтет» Сократ называет свой метод майевтикой, т.е. «повивальным искусством», которое помогает рождению правильного знания. «В моем повивальном искусстве почти всё так же, как и у них, – отличие, пожалуй, лишь в том, что я принимаю у мужей, а не у жён и принимаю роды души» [27, 148e-151d]. Истинный мир, мир идей, по Платону, непосредственно недоступен для человека, имеющего дело с грубыми, чувственно воспринимаемыми вещами. Единственный выход – путь косвенного познания идей при помощи аналогии с вещами и отношениями материального мира.

Аристотель, как и его предшественники, понимает аналогию как равенство отношений: «Под аналогией я понимаю [тот случай], когда второе относится к первому так же, как четвёртое к третьему» [4, 1457в]. Так отношение разных категорий может быть представлено как пропорция, например: «...зрение в теле – как ум в душе» [1, 1096b 28–29].

Аристотель выделяет также рассуждение на основании примера – парадеигму (греч. Παράδειγμα – ‘пример’), традиционно считающуюся рассуждением по аналогии (см.: [7, с. 264–266; 25]). «...Пример показывает, как относится не часть к целому и не целое к части, а часть к части, когда и та и другая подчинены одному и тому же, но одно из них известно» [3, II, 24]. Здесь же Аристотель приводит пример парадеигмы:

Война фиванцев с фокейцами (Д) есть зло (А).

Война фиванцев с фокейцами (Д) есть война с соседями (Б).

Война с соседями (Б) есть зло (А).

Война афинян с фиванцами (В) есть война с соседями (Б).

Война афинян с фиванцами (В) есть зло (А).

Он поясняет: «Пример приводится, когда доказывается, что [большой] крайний термин присущ среднему через подобие третьему. При этом должно быть известно, что средний термин присущ третьему, а первый – тому, что подобно третьему... пусть А обозначает зло, Б – начинать войну с соседями, В – войну афинян с фиванцами, Д – войну фиванцев с фокейцами. Итак, если мы хотим доказать, что вести войну с фиванцами есть зло, то нужно принять, что вести войну с соседями есть зло. Но это становится убедительным из [наблюдения] подобных случаев, например, из того, что для фиванцев война с фокейцами есть зло. И так как война с соседями есть зло, а война с фиванцами есть война с соседями, то очевидно, что вести войну с фиванцами есть зло. Поэтому очевидно, что Б присуще В и Д (ибо и то, и другое есть ведение войны с соседями). Так же очевидно, что А присуще Д (ибо фиванцам война с фокейцами не принесла добра); а что А присуще Б, – это будет доказано через Д» [3, 24, 68b 38–69a 12].

Как пишет Т. Котарбинский, парадегма Аристотеля включает «как бы три стадии рассуждения: на первой утверждаем относительно ряда отдельных индивидов... подпадающих под Б, не исчерпывая при этом всех подпадающих под Б, что они подпадают под А. На второй стадии – решаемся сделать обобщение, что в связи с этим Б содержится в А (или что всякое Б есть А), наконец, на третьей стадии делаем силлогистический вывод относительно определённого иного индивида, подпадающего под Б, что поскольку В подпадает под Б, а Б содержится в А, то В подпадает под А» [20, с. 224].

Таким образом, парадегма, по Аристотелю, это не умозаключение от одного частного непосредственно к другому частному, но это вывод от частного к частному через общее. В то же время для некоторых рассуждений он использует термин «сходство» (греч. ὁμοίότης): «...для построения умозаключений из предположений [посылок] оно [сходство] полезно по той причине, что общепринято мнение, что, как дело обстоит с одной из сходных [вещей], так оно обстоит и с остальными <...> Если мы что-то доказали относительно тех [вещей], то на основании нашего предположения это будет доказано и относительно обсуждаемого. Ибо мы вели бы доказательство на основании нашего предположения, что как дело обстоит с теми [вещами], так оно обстоит и с обсуждаемыми» [5, I, 18, 108b15]. По мнению некоторых исследователей [14, с. 44; 33], рассуждение на основании сходства ближе к современному пониманию аналогии, чем парадигма.

Эпикурейцы, будучи сенсуалистами, утверждали, что, поскольку многие явления скрыты от наших чувств, именно умозаключения по аналогии «являются как бы мостом, который соединяет наши чувственные восприятия с тем, что лежит за их пределами» [31, с. 62]. В целом для них характерно привычное для нас «понимание аналогии как вывода от общности

ряда свойств сравниваемых предметов к общности ещё одного свойства» [31, с. 64].

В Античности аналогия применялась и изучалась в области математики, философии, логики. Особое значение она приобретает в средневековой христианской философии. Представители схоластики, а позднее неосхоластики использовали понятие аналогии бытия (лат. *analogia entis*) для установления связи между Богом и сотворённым миром.

Начиная с эпохи Возрождения, аналогия используется как метод научного познания действительности. Галилей с помощью аналогии между движением Земли и движением корабля обосновывает гелиоцентрическую систему Коперника и разбивает аргументы противников. В трудах Декарта и позднее французских материалистов XVIII в. применение аналогии тесно связано с механистическим мировоззрением. Отношения в наблюдаемых явлениях без всякого изменения переносятся в область ненаблюдаемого. Так, нервная система моделируется с помощью механической системы, в которую входят верёвки и колокола, «нервы уподоблялись верёвкам, с помощью которых заставляют звонить колокол» [31, с. 73].

Г.В. Лейбниц рассматривает идеи как символы реальности, которые «не отражают объективного бытия во всех его чертах и признаках, они лишь дают нам полное знание о тех отношениях, которые существуют между элементами этого бытия» [24, с. 259]. «...Нет необходимости в том, чтобы выражающее было подобно выражаемому, но нужно лишь, чтобы сохранялась определённая аналогия в свойствах» [22, с. 104]. Таким образом, Лейбниц говорит об аналогии между предметом и тем, что репрезентирует этот предмет, например модель предмета репрезентирует сам предмет, алгебраическое выражение – определённую геометрическую фигуру. В основе логических исследований Лейбница лежит сведение всех человеческих рассуждений к формальному исчислению. Процесс логического доказательства он уподобил вычислительным операциям в математике, и эта аналогия послужила началом математической логики.

Дж.Ст. Милль видел ценность аналогии прежде всего в возможности выдвигать гипотезы, понимая аналогию как вывод, когда на основании сходства вещей в одном или нескольких признаках заключают о сходстве тех же самых вещей в других каких-либо признаках: «...как бы слаба ни была аналогия, она может иметь чрезвычайно большое значение, подсказывая нам опыты или наблюдения, ведущие к более положительным заключениям» [25, с. 432].

В XVIII–XIX вв. к рассуждениям по аналогии прибегали в своих открытиях в области физики Ш.О. Кулон, М. Фарадей, Ж. Фурье, Дж. Максвелл. В XX в. Э. Резерфорд и Н. Бор строят модели атома по аналогии с планетарной системой.

Умозаключение по аналогии

Наряду с дедуктивными умозаключениями, в которых истинность посылок гарантирует истинность заключения, существуют правдоподобные умозаключения, в которых истинность посылок не гарантирует истинности заключения, но лишь обеспечивает большую степень его правдоподобия.

Умозаключение по аналогии – правдоподобное умозаключение, в котором вывод о наличии некоторого признака у некоторого предмета делается на основании наличия этого же признака у другого предмета, а также наличия у обоих предметов одинаковых признаков.

В основании аналогии лежит *сходство* – отношение между объектами, состоящее в наличии у рассматриваемых объектов общих признаков. Сходство предметов определяется: 1) числом общих признаков у предметов; 2) степенью существенности этих признаков. Чем больше общих признаков и чем более они существенны, тем более сходны эти объекты.

Форма умозаключения по аналогии:

α обладает признаками P_1, P_2, \dots, P_n

β обладает признаками P_1, P_2, \dots, P_n – посылки

α обладает признаком Q

Вероятно, β обладает признаком Q – заключение, где $n \geq 1$

Посылки указывают на сходство предметов α и β в признаках P_1, P_2, \dots, P_n (признаки сходства) и на наличие признака Q (переносимый признак) у предмета α . Заключение – на вероятное наличие этого последнего признака у предмета β . Посредством аналогии осуществляется перенос информации с одного предмета (модели) на другой (прототип).

Пример. Рассуждая по аналогии, Б. Франклин (1706–1790) пришёл к идее создания громоотвода. Возникло предположение, что разряд молнии (β) можно уловить острыми концами металлов (Q) на основании того, что молния (β) и электричество (α) в электрической машине сходны между собой во многих отношениях: производят свет одинакового цвета (P_1), проявляют очень быстрое движение (P_2), проникают металлы (P_3), убивают животных (P_4) и т.д. Но электричество (α) в электрической машине притягивается острыми концами предметов, особенно металлов (Q).

Аналогия – это общее основание повседневных умозаключений от прошлого опыта к тому, что случится в будущем. Выводы по аналогии настолько привычны для нас, что часто мы их не осознаём и явно не формулируем для себя. Так, поведение человека, который получил ожог и избегает огня, определяется отчасти опытом в аналогичной ситуации.

Однако заключения в таких выводах не следуют с логической необходимостью из посылок, они могут оказаться ложными, хотя посылки при этом истинны.

Виды умозаключений по аналогии

В зависимости от характера модели (α) и прототипа (β), а также информации, переносимой с модели на прототип, выделяют *аналогию свойств* и *аналогию отношений*.

Если сравниваемые предметы α и β представляют собой индивиды, а в качестве характеристики, переносимой с одного предмета на другой, выступает некоторое свойство, то говорят об *анalogии свойств*. К этому типу аналогии относится, например, вывод о наличии определённой болезни у человека на основании аналогичных симптомов у другого.

Если сравниваемые предметы α и β представляют собой классы предметов, упорядоченные n -ки предметов, а в качестве характеристики, переносимой с одного предмета на другой, выступают n -местные отношения, в которых находятся члены этих классов или последовательностей, то говорят об *анalogии отношений*.

Так, например, планетарная модель атома, предложенная Э. Резерфордом, построена на основании аналогии отношения между Солнцем и планетами, с одной стороны, и ядром атома и электронами – с другой. Здесь переносимый признак – наличие притяжения между центральным телом и периферийными телами планетарной системы.

При аналогии отношений уподобляются сами отношения, предметы же, между которыми эти отношения имеются, могут быть совершенно различной природы. Таким образом, аналогия отношений может служить мощным методологическим приёмом, позволяя сопоставлять и устанавливать сходства между самыми отдалёнными областями, в том числе когда речь идёт об объектах, недоступных прямому изучению.

Как аналогия свойств, так и аналогия отношений по степени достоверности заключения может быть *строгой* или *нестрогой* на основании того, имеется или отсутствует связь между общими признаками и переносимым признаком.

В *строгой* (или *научной*) аналогии имеется необходимая связь между ними, т.е. какие-то общие признаки сходства однозначно детерминируют наличие переносимого признака у предметов. Строгая аналогия гарантирует, что при истинных посылках мы получим истинное заключение. Но это обеспечивается не формой умозаключения (как это происходит в случае дедуктивных умозаключений), а спецификой исследуемой области.

Пример. «Если установлен ряд сходств между льдом и железом, в числе которых наряду с другими фигурирует кристалличность того и другого,

тогда перенос знания о наличии определённой температуры плавления от льда к железу в принципе имеет достоверный характер, поскольку уже сам признак кристалличности какого-то вещества детерминирует у него определённую точку плавления» [9, с. 413].

Применение строгой аналогии возможно только в достаточно развитых областях знания, где существует теория, объясняющая связь признаков P_1, P_2, \dots, P_n с переносимым признаком Q . Известно, например, что структура силлогизма является достаточным основанием для его правильности или неправильности. Вследствие этого вывод о неправильности рассуждения: «Поскольку все преступление уголовно наказуемы и всякий грабёж тоже уголовно наказуем, следовательно, всякий грабёж – преступление», – можно сделать по аналогии с явной некорректностью следующего умозаключения той же формы: «Все гуси – двуноги, все курицы тоже двуноги, следовательно, все курицы – гуси» [9, с. 410]. В данном примере единственный признак – «структура силлогизма» – вполне обосновывает признак переносимый – «правильность силлогизма».

Нестрогая (или *популярная*) аналогия строится без дополнительного анализа того, по каким признакам, существенным или нет, устанавливается подобие предметов, а также без учёта того, имеется ли связь между общими признаками и переносимым признаком.

В нестрогой аналогии случайное сходство (или сходство по несущественным признакам) между двумя предметами может послужить основанием переноса интересующего нас свойства. Используемые в повседневной жизни такие аналогии, будучи поверхностными, часто оказываются несостоятельными, ложными.

Иногда ложные аналогии проводятся умышленно, чтобы ввести оппонента в заблуждение, подобные аналогии лежат в основе суеверий. Таким образом, при отсутствии анализа сравниваемых предметов и сходных признаков вывод по нестрогой аналогии может оказаться вероятным в очень малой степени.

Существуют приёмы, способствующие повышению степени правдоподобия умозаключений по нестрогой аналогии:

1) Число общих для α и β признаков P_1, P_2, \dots, P_n должно быть возможно большим. При этом, однако, важно иметь в виду, что чем больше сходства между сравниваемыми предметами, тем меньше эвристическая ценность вывода по аналогии.

2) Признаки P_1, P_2, \dots, P_n должны быть существенными, а не случайными и второстепенными для сравниваемых предметов α и β .

3) Общие признаки должны охватывать разные стороны сравниваемых предметов, быть как можно более разнородными.

4) Общие признаки P_1, P_2, \dots, P_n должны быть тесно связаны с переносимым признаком Q .

5) Необходимо учитывать различия в существенных и переносимых признаках сопоставляемых предметов. Наличие разработанной методологии

по отбору и анализу существенных признаков сравниваемых предметов, а также исследование переносимого признака и его связи с другими признаками могут существенно повысить вероятность истинности выводов по аналогии.

О роли умозаключений по аналогии

Рассуждения по аналогии имеют большое эвристическое значение, они служат инструментом построения научных гипотез и могут определять дальнейшее направление решения проблемы. Математик Дж. Пойа называет аналогией одним из важнейших источников открытия: «Возможно, не существует открытий ни в элементарной, ни в высшей математике, ни даже, пожалуй, в любой другой области, которые могли бы быть сделаны без... аналогии» [28, с. 39].

В истории науки аналогия послужила основой многих открытий и технических изобретений, многочисленные примеры этого приведены в книге А.А. Ивина [15, с. 60–68]. В то же время известны и ложные аналогии. Например, на основе ложной аналогии между законами распространения тепла и движением жидкости была построена теория теплорода. Однако наличие подобных примеров не умаляет огромной эвристической роли аналогии, оно показывает лишь, что аналогия – это ещё не доказательство.

Аналогия может служить средством объяснения явлений и событий. Как отмечает А.И. Уёмов, «значение аналогии для понимания нового обусловлено тем, что модель выбирается обычно среди наиболее знакомых, привычных, “понятных” явлений. С помощью вывода по аналогии “понятность” модели в той или иной мере переносится и на прототип» [31, с. 32].

Например, в этнографии явления, события и процессы из жизни определённого народа объясняются, при отсутствии достаточных фактов, путём их уподобления ранее исследованным событиям из жизни другого народа, если только имеются существенные сходства в уровне развития этих народов.

Практическое применение аналогии в области математики исследовал Дж. Пойа, определявший аналогию как «сходство, но на более определённом и выражаемом с помощью понятий уровне» [28, с. 35]. При этом «две системы являются аналогичными, если они согласуются в ясно определённых отношениях соответствующих частей» [28, с. 36]. Для установления отношения сходства могут быть самые различные основания: структура объектов, их физическая природа, подчинение одним и тем же законам и т.п. «Системы объектов, подчиняющиеся одним и тем же законам (или аксиомам), можно рассматривать как аналогичные между собой, и этот вид аналогии имеет вполне ясный смысл» [28, с. 50]. «С этой точки зрения, сложение чисел и умножение чисел аналогичны в той степени, в какой подчиняются... одним и тем же правилам. И сложение, и умножение коммутативны и ассоциативны... допускают обратную операцию...» [28, с. 49].

При решении задач путём аналогии замечается соответствие между задачей А и ранее решённой задачей В и с помощью этого соответствия определяется путь решения задачи А. Так, зная о существовании аналогии между геометрией и стереометрией, а также способ построения треугольника в геометрии, можно решить задачу построения пирамиды в стереометрии.

Применение аналогии позволяет рассуждать о новых ситуациях с помощью эффективного использования прошлого опыта, в частности широко применять аналогию в различных областях искусственного интеллекта (автоматический вывод, решение задач, планирование, самообучение и др.).

В юриспруденции некоторые правовые системы допускают оценку деяний на основе *прецедента (аналогия закона)*. В этом случае правовая оценка протекает в форме умозаключения по аналогии, когда суд в своих выводах об основаниях и пределах правовой ответственности по конкретному делу опирается на ранее вынесенное судом решение по сходному делу [18, с. 167–168]. Обращение к судебному прецеденту распространено в англо-американской правовой системе, в российской правовой системе прецедент действует только в гражданском праве. В процессе предварительного расследования преступлений аналогия может служить логической основой построения версий.

Аналогия широко используется в качестве педагогического приёма в процессе обучения (см.: [17; 31]).

Моделирование и аналогия

Моделирование является эффективным методом исследования сложных и малоизученных объектов. Оно применяется, когда трудно или невозможно изучать объект в естественных условиях или когда необходимо облегчить процесс его исследования.

Аналогия свойств и отношений широко используется при моделировании, когда для изучения какого-либо объекта создаётся другой объект, подобный оригиналу в некоторых существенных свойствах и отношениях. Такой объект называется моделью, его исследуют, а затем результаты исследования модели переносят на оригинал.

При моделировании рассматриваются два объекта O_1 и O_2 . Замещение объекта O_1 объектом O_2 с целью изучения или фиксации важнейших свойств O_1 с помощью O_2 называется *моделированием* объекта O_1 объектом O_2 [21].

Пример. При создании модели теплохода необходимо установить зависимость лобового сопротивления, которое он будет испытывать при движении, от скорости хода. Рассчитать эту зависимость аналитически достаточно сложно. В этом случае создаётся геометрически подобная модель меньших размеров, которая проходит испытания в аэродинамической трубе. Полученные результаты переносятся на оригинал [21].

Единая классификация видов моделирования затруднительна в силу многозначности понятия «модель» в науке и технике. Конструируемые модели могут иметь как умозрительный характер, так и вид материального объекта, представляющего собой модель интересующего нас явления.

«При физическом моделировании предполагается, что модель и прототип представляют собой объекты одинаковой физической природы, т.е. движение жидкости моделируется движением жидкости, электрический ток электрическим же током и т.д. <...> Однако вполне возможно моделировать явление одной природы явлениями совсем другой природы...» [31, с. 191–192]. Например, механические и электрические колебания описываются одними и теми же дифференциальными уравнениями, поэтому с помощью механических колебаний можно моделировать электрические и наоборот. В этом случае иногда говорят об аналоговом моделировании.

Пример. Аналогия, подмеченная Омом между распространением теплоты и распространением электричества в проводниках, дала ему возможность перенести в область явлений электричества уравнения, разработанные Фурье для явлений теплоты.

Ещё на заре развития механики Г. Галилей ставил вопрос о механическом подобии в процессе переноса признаков с модели на оригинал (см.: [32, с. 187]), связывая возможную ошибку при этом со свойствами материалов: «...если мы... построим большую машину из того же самого материала и точно сохраним все пропорции меньшей, то в силу самого свойства материи мы получим машину, соответствующую меньшей во всех отношениях, кроме прочности и сопротивляемости внешнему воздействию; в этом отношении чем больше будет она по размерам, тем менее будет она прочна» [10, с. 49].

Тем не менее выводы от модели к оригиналу находили всё более широкое применение в инженерной практике. Обоснование таких выводов стало предметом специальной *теории подобия* (см.: [19, с. 92–93]), определяющей правомерность выводов по аналогии применительно к особому случаю, когда сравниваемые объекты имеют точное математическое описание в виде уравнений [32, с. 194]. Обобщение методов теории подобия на более широкий класс явлений было осуществлено А.И. Уёмовым.

Изоморфизм и гомоморфизм

Понятие сходства лежит в основе аналогии. В различных научных областях общее понятие сходства имеет свою специфику, оно уточнялось и приобретало необходимую строгость, однозначность. В математике и логике сходство находит своё выражение в таких понятиях, как изоморфизм и гомоморфизм.

Изоморфизм означает буквально равенство (тождество) формы [11, с. 22]. Классические примеры изоморфизма – различного рода графические изображения предметов: рисунки, чертежи, карты, фотографии и т.п.

При этом говорят об изоморфизме как об отношении между системами объектов относительно их определённых свойств, операций и (или) отношений. Так решается вопрос о «степени сходства» изоморфных систем. Например, фотография дома изоморфна дому относительно взаимного расположения всех видимых деталей, а чертёж дома – относительно «важнейших» (т.е. таких, которые мы сами сочли «заслуживающими» изображения на чертеже) деталей, в том числе и не видимых снаружи [11, с. 25]. При этом говорят, что свойства, относительно которых две системы (множества) изоморфны, *инвариантны* при переходе от одной из этих систем к другой.

Таким образом, понятие изоморфизма относительно. Два множества могут быть изоморфными относительно одной группы свойств и отношений и неизоморфными относительно другой группы. Когда мы делаем умозаключение по аналогии о наличии некоторого свойства у рассматриваемого предмета (системы) на основе наличия этого свойства у другого предмета (системы) и наличия у обоих предметов (систем) общих свойств, то чтобы мы могли получить достоверное заключение, эти предметы (системы) должны быть изоморфны относительно рассматриваемых свойств.

В случае (полного) формального описания рассматриваемых систем объектов термином изоморфизм обозначают взаимно-однозначное соответствие между элементами двух абстрактных множеств, «сохраняющее» все свойства элементов этих систем и все отношения между ними.

Таким образом, системы A и B изоморфны, если выполняются следующие условия:

1) каждому элементу a из A соответствует единственный элемент b из B и наоборот;

2) каждой функции f , определённой на элементах A и принимающей значение в A , соответствует единственная функция g , определённая на элементах B , и наоборот;

3) каждому свойству P , которым обладают какие-либо элементы системы A , соответствует взаимно-однозначное свойство элементов B и наоборот;

4) каждому отношению Q^n , установленному между элементами a_1, a_2, \dots, a_n на A , соответствует единственное отношение G^n , установленное между соответствующими элементами b_1, b_2, \dots, b_n из B , и наоборот.

Так, например, изоморфны такие различные по своей «природе» системы, как логика высказываний и теория релейно-контактных схем, в силу чего между выражениями логики высказываний и контактными схемами можно установить соответствие:

Логика высказываний	Теория контактных схем
Тождественно-истинные формулы	Схемы, проводящие ток при любых распределениях состояний своих контактов
Выполнимые формулы	Схемы, проводящие ток при некоторых наборах состояний своих контактов
Тождественно-ложные формулы (невыполнимые)	Схемы, не проводящие ток ни при одном наборе состояний контактов
Дизъюнктивные выражения	Параллельное соединение контактов схемы
Конъюнктивные выражения	Последовательное соединение контактов схемы

Если «соответствие между элементами множеств A и B однозначно лишь в одну сторону... (что означает, что каждому элементу A соответствует единственный элемент B , но один и тот же элемент B может соответствовать и различным элементам множества A), то такое отношение между A и B называется *гомоморфизмом*, а множество B – *гомоморфным образом* множества A » [12]. Всякий изоморфизм есть гомоморфизм, но не наоборот.

В случае гомоморфного отображения различия между некоторыми элементами множества могут игнорироваться, и эти элементы в рамках конкретного рассмотрения отождествляются. В этом смысле методологическая ценность гомоморфного отображения состоит в том, что вся доступная информация об исследуемых объектах, явлениях, процессах «сворачивается» в более компактную форму. Так, например, при составлении карты местности «полная» карта, содержащая «всю» информацию об этой местности, была бы сильно перегружена и непригодна к использованию, поэтому детали игнорируются и не попадают на карту. Гомоморфный образ лишь отчасти похож на свой оригинал.

Если изоморфизм сравнить с точным переводом, то гомоморфизм, по словам Дж. Пойа, «есть своего рода систематически сокращённый перевод... то, что получается в конечном счёте после перевода и сокращения, оказывается систематически равномерно сжатым вполовину, или одну треть, или в какую-либо другую долю первоначальной протяжённости. Тонкости при таком сокращении могут быть потеряны, но всё, что есть в оригинале, чем-то представлено в переводе, и в уменьшенном масштабе соотношения сохраняются» [28, с. 50].

Аналогия и бионика

Аналогия между живыми организмами и техническими устройствами лежит в основе бионики. Термин «бионика» ввёл в 1958 г. американский учёный Джек Стил, определив им науку о системах, функции которых копируют функции живых систем, а также о системах, которым присущи специфические характеристики природных систем или которые являются их аналогами [13, с. 13]. В более узком смысле бионикой называют науку, которая изучает структуры и процессы жизнедеятельности самых различных живых организмов, чтобы использовать выявленные закономерности в практических целях при решении инженерных задач и построении технических систем.

Бионика нашла применение в самых различных сферах деятельности, таких как самолёто- и кораблестроение, машиностроение, архитектура, навигационное приборостроение и т.д.

Примеры. Учёные совершенствовали технологию обработки металлов, используя принцип устройства крысиных зубов, которые никогда не тупятся в силу того, что одна сторона зуба тверже другой и при стачивании край зуба всегда остаётся твёрдым. Принцип скольжения пингвина по снегу на животе лежит в основе такого изобретения, как снегоход. Наблюдение за тем, как распространяются семена репейника (его плоды, имеющие множество крючков, прикрепляются к шерсти животных и за счёт этого разносятся на большие расстояния), привело к изобретению в 1950-х гг. застёжек-липучек.

Аналогия и метафора

В сборнике «Теория метафоры» [30], содержащем основные теоретические концепции метафоры, её логическая структура и связь с аналогией рассматриваются в статье Л.Л. Леоненко [23].

В основе аналогии лежит отношение сходства. Согласно Аристотелю, «...слагать хорошие метафоры значит подмечать сходство» [2, 1459a] (или в переводе М.Л. Гаспарова: «...[чтобы хорошо переносить значения, нужно уметь] подмечать сходное [в предметах]» [4, 1459a]). О роли сходства в объяснении метафоры пишет П. Рикёр [29]. По мнению некоторых исследователей, человек, используя метафору, «не столько открывает сходство, сколько создаёт его» [6, с. 9].

Согласно Дж. По́йа, «существенное различие между аналогией и другими видами сходства заключается... в намерении думающего» [28, с. 35]. Когда сходные отношения, в которых согласуются предметы, можно свести к ясным, отчётливым понятиям, мы имеем дело с «выясненной аналогией». При рассмотрении метафоры (Дж. По́йа приводит пример, когда поэт сравнивает молодую женщину с цветком) ощущается сходство, но не ставится задача свести сравнение предметов к чему-то ясному и определенному с помощью понятий.

В случае метафоры помимо сходства подразумевается и расхождение между моделью и прототипом. Аналогия всегда «реальна», в то время как буквальная интерпретация метафоры оказывается ложной, поскольку её основу составляют сравнения или впечатления о сходстве, не поддающиеся объективному анализу и измерению.

Эту особенность метафоры Н.Д. Артюнова описывает следующим образом: «Ложь и правда метафоры устанавливаются относительно разных миров: ложь – относительно обезличенной, превращённой в общее достоинство действительности, организованной таксономической иерархией; правда – относительно мира индивидов (индивидуальных обликов и индивидуальных сущностей), воспринимаемого индивидуальным человеческим сознанием... В метафоре противопоставлены объективная, отстранённая от человека действительность и мир человека, разрушающего иерархию классов, способного не только улавливать, но и создавать сходство между предметами» [6, с. 18].

В этом состоит существенное различие между метафорой и аналогией. Последнюю используют для выяснения свойств у менее исследованного объекта с опорой на хорошо изученный объект на основе выявленных общих свойств. При этом достоверность такого вывода стремятся повысить, стараясь найти как можно больше общих существенных признаков. Метафора же позволяет установить сходство между несопоставимыми объектами, увидеть рассматриваемый объект в свете другого, в общем не похожего на него объекта. Она помогает не просто выявить новый признак объекта, но открывает другую плоскость в его восприятии (например, метафоры «колкое слово», «мысли текут» и т.п.).

Список литературы

1. *Аристотель*. Никомахова этика // *Аристотель*. Соч.: в 4 т. Т. 4. М.: Мысль, 1983. С. 53–293.
2. *Аристотель*. Об искусстве поэзии / Пер. В.Г. Аппельрота. М.: Гослитиздат, 1957. 183 с.
3. *Аристотель*. Первая аналитика // *Аристотель*. Соч.: в 4 т. Т. 2. М.: Мысль, 1978. С. 117–254.
4. *Аристотель*. Поэтика // *Аристотель*. Соч.: в 4 т. Т. 4. М.: Мысль, 1983. С. 645–680.
5. *Аристотель*. Топика // *Аристотель*. Соч.: в 4 т. Т. 2. М.: Мысль, 1978. С. 347–531.
6. *Артюнова Н.Д.* Метафора и дискурс // Теория метафоры: Сборник / Общ. ред. Н.Д. Артюновой и М.А. Журиной. М.: Прогресс, 1990. С. 5–32.
7. *Ахманов А.С.* Логическое учение Аристотеля. М.: URSS, 2011. 313 с.
8. *Бочаров В.А., Маркин В.И.* Введение в логику: учебник. М.: Форум, ИНФРА-М, 2008. 553 с.
9. *Войшвилло Е.К., Дегтярев М.Г.* Логика: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М.: Владос-Пресс, 2001. 527 с.
10. *Галилей Г.* Сочинения. Т. 1. М.; Л.: Государственное технико-теоретическое изд-во, 1934. 696 с.

11. *Гастев Ю.А.* Гомоморфизмы и модели. М.: Наука, 1975. 150 с.
12. *Гастев Ю.А.* Изоморфизм // *Философская энциклопедия*: в 5 т. Т. 2 / Гл. ред. Ф.В. Константинов. М.: Советская энциклопедия, 1962. С. 246–249.
13. *Жерарден Л.* Бионика. М.: Мир, 1971. 231 с.
14. *Зайцева Н.В.* Загадка парадейгмы // *Логические исследования / Logical Investigations*. 2019. Т. 25. № 1. С. 37–51.
15. *Ивин А.А.* Искусство правильно мыслить: книга для учащихся. М.: Просвещение, 1986. 223 с.
16. *Ивин А.А., Никифоров А.Л.* Словарь по логике. М.: ВЛАДОС, 1997. 383 с.
17. *Каменецкий С.Е.* Применение аналогий в курсе физики средней школы: автореф. дис. ... канд. пед. наук по методике физики. М., 1959. 13 с.
18. *Кириллов В.И., Старченко А.А.* Логика: учеб. для юрид. вузов. М.: ТК Велби, Проспект, 2008. 233 с.
19. *Кирпичев М.В.* Теория подобия. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1953. 96 с.
20. *Котарбинский Т.* Лекции по истории логики. Биробиджан: Тривиум, 2000. 253 с.
21. *Лебедев А.Н.* Моделирование в научно-технических исследованиях. М.: Радио и связь, 1989. 222 с.
22. *Лейбниц Г.В.* Что такое идея // *Лейбниц Г.В. Соч.:* в 4 т. Т. 3. М.: Мысль, 1984. С. 103–104.
23. *Леоненко Л.Л.* Метафора и аналогия // *Известия Уральского государственного университета*. 2006. № 42. С. 23–34.
24. *Маковельский А.О.* История логики. М.; Жуковский: Кучково поле, 2004. 478 с.
25. *Милль Дж.Ст.* Система логики силлогистической и индуктивной: Изложение принципов доказательства в связи с методами научного исследования. М.: ЛЕНАНД, 2011. 832 с.
26. *Нахтигаль Б.* Большая серия знаний. Бионика. М.: Мир книги, 2005. 128 с.
27. *Платон.* Теэтет // *Платон. Соч.:* в 4 т. Т. 2. М.: Мысль, 1993. С. 192–274.
28. *Пойа Дж.* Математика и правдоподобные рассуждения. М.: Наука, 1976. 464 с.
29. *Рикёр П.* Живая метафора / Пер. с фр. А.А. Зализняк // *Теория метафоры: Сборник / Общ. ред. Н.Д. Арутюновой и М.А. Журиной*. М.: Прогресс, 1990. С. 435–455.
30. *Теория метафоры: Сборник / Общ. ред. Н.Д. Арутюновой и М.А. Журиной*. М.: Прогресс, 1990. 511 с.
31. *Уёмов А.И.* Аналогия в практике научного исследования. М.: Наука, 1970. 264 с.
32. *Уёмов А.И.* О достоверности выводов по аналогии // *Философские вопросы современной формальной логики / Отв. ред. П.В. Таванец*. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1962. С. 186–214.
33. *Bartha P.* *By Parallel Reasoning*. Oxford: Oxford University Press, 2010. 376 p.

ENCYCLOPEDIC SEARCH

Natalya TOMOVA

PhD in Philosophy,
Senior Research Fellow. RAS Institute of Philosophy.
Goncharnaya St. 12/1, Moscow 109240, Russian Federation;
e-mail: natalya-tomova@yandex.ru

ANALOGY

The paper is devoted to the concept of analogy. We consider the peculiarities of its use in the history of philosophy, starting from Antiquity, from the school of Pythagoras, which is associated with the origin of this term. The use of analogy by Plato, Aristotle, Renaissance and Modern philosophers is discussed. The definition of analogical inference as a special type of plausible inference is given. The types of analogical inference and the corresponding examples are listed. We also consider the use of reasoning by analogy in the field of mathematics, law, and in scientific research in general. Modeling as one of the most effective research methods is directly related to analogy. Analogy is based on the concept of similarity, and it has its own specifics in various scientific fields. In mathematics and logic, similarity is expressed in concepts such as isomorphism and homomorphism. The analysis of these concepts is provided in the corresponding section. Bionics is based on the analogy between living organisms and technological devices. Some examples of inventions, which were motivated by bionics ideas, are given. The paper also raises the question about the relationship of such concepts as analogy and metaphor, and indicates their essential differences.

Keywords: analogy, analogical inference, similarity, analogy of properties, analogy of relations, strict analogy, nonstrict analogy, modeling, bionics, metaphor

References

1. Akhmanov, A.S. *Logicheskoe uchenie Aristotelya* [The Logical Teaching of Aristotle]. Moscow: URSS Publ., 2011. 313 pp. (In Russian)
2. Aristotle. "Nikomakhova ehtika" [Nicomachean Ethics], in: Aristotle, *Sochineniya* [Selected Works], Vol. 4. Moscow: Mysl' Publ., 1983, pp. 53–293. (In Russian)
3. Aristotle. "Pervaya analitika" [Prior Analytics], in: Aristotle, *Sochineniya* [Selected Works], Vol. 2. Moscow: Mysl' Publ., 1978, pp. 117–254. (In Russian)
4. Aristotle. "Poetika" [Poetics], in: Aristotle, *Sochineniya* [Selected Works], Vol. 4. Moscow: Mysl' Publ., 1983, pp. 645–680. (In Russian)
5. Aristotle. "Topika" [Topics], in: Aristotle, *Sochineniya* [Selected Works], Vol. 2. Moscow: Mysl' Publ., 1978, pp. 347–531. (In Russian)
6. Aristotle. *Ob iskusstve poezhii* [The Art of Poetry], trans. V.G. Appel'rot. Moscow: Goslitizdat Publ., 1957. 183 pp. (In Russian)

7. Artyunova, N.D. “Metafora i diskurs” [Metaphor and Discourse], *Teoriya metafory: Sbornik* [The Theory of Metaphor: a Collection], eds. N.D. Arutyunova & M.A. Zhurinskaya. Moscow: Progress Publ., 1990, pp. 5–32. (In Russian)
8. Bartha P. *By Parallel Reasoning*. Oxford: Oxford University Press, 2010. 376 pp.
9. Bocharov, V.A. & Markin V.I. *Vvedenie v logiku* [Introduction to Logic]. Moscow: Forum Publ., INFRA-M Publ., 2008. 553 pp. (In Russian)
10. Galilei, G. *Sochineniya* [Selected Works], Vol. 1. Moscow: The State Technical-theoretical Publishing House, 1934. 696 pp. (In Russian)
11. Gastev, Yu.A. “Izomorfizm” [Isomorphism], *Filosofskaya ehntsiklopediya* [Encyclopedia of Philosophy], Vol. 2. Moscow: Sovetskaya ehntsiklopediya Publ., 1962, pp. 246–249. (In Russian)
12. Gastev, Yu.A. *Gomomorfizmy i modeli* [Homomorphisms and Models]. Moscow: Nauka Publ., 1975. 150 pp. (In Russian)
13. Gerardini, L. *Bionika* [Bionics]. Moscow: Mir Publ., 1971. 231 pp. (In Russian)
14. Ivin, A.A. & Nikiforov, A.L. *Slovar’ po logike* [Dictionary of Logic]. Moscow: Vldos Publ., 1997. 383 pp. (In Russian)
15. Ivin, A.A. *Iskusstvo pravil’no myslit’: kniga dlya uchashchikhsya* [The Art of Thinking Correctly: a Book for Students]. Moscow: Prosveshchenie Publ., 1986. 223 pp. (In Russian)
16. Kamenetsky, S.E. *Primenenie analogii v kurse fiziki srednei shkoly* [Using Analogies in a High School Physics Course], Abstract of Dissertation. Moscow, 1959. 13 pp. (In Russian)
17. Kirillov, V.I. & Starchenko, A.A. *Logika* [Logic]. Moscow: Prospekt Publ., 2008. 233 pp. (In Russian)
18. Kirpichev, M.V. *Teoriya podobiya* [The Theory of Similarity]. Moscow: Academy of Sciences of the USSR Publishing House, 1953. 96 pp. (In Russian)
19. Kotarbinsky, T. *Lektsii po istorii logiki* [Lectures on the History of Logic]. Birobidzhan: Trivium Publ., 2000. 253 pp. (In Russian)
20. Lebedev, A.N. *Modelirovanie v nauchno-tehnicheskikh issledovaniyakh* [Modeling in Scientific and Technical Research]. Moscow: Radio i svyaz’ Publ., 1989. 222 pp. (In Russian)
21. Leibniz, G.W. “Chto takoe ideya” [What is an Idea], in: G.W. Leibniz, *Sochineniya* [Selected Works], Vol. 3. Moscow: Mysl’ Publ., 1984, pp. 103–104. (In Russian)
22. Leonenko, L.L. “Metafora i analogiya” [Metaphor and Analogy], *Izvestiya Ural’skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2006, No. 42, pp. 23–34. (In Russian)
23. Makovel’sky, A.O. *Istoriya logiki* [The History of Logic]. Moscow: Kuchkovo pole Publ., 2004. 478 pp. (In Russian)
24. Mill, J.S. *Sistema logiki sillogisticheskoi i induktivnoi: Izlozhenie printsipov dokazatel’sstva v svyazi s metodami nauchnogo issledovaniya* [The System of Syllogistic and Inductive Logic: Statement of the Principles of Proof in Connection with the Methods of Scientific Research]. Moscow: Lenand Publ., 2011. 832 pp. (In Russian)
25. Nakhtigal’, B. *Bol’shaya seriya znanii. Bionika* [A Large Series of Knowledge. Bionics]. Moscow: Mir knigi Publ., 2005. 128 pp. (In Russian)
26. Plato. “Teetet” [Theaetetus], in: Plato, *Sochineniya* [Selected Works], Vol. 2. Moscow: Mysl’ Publ., 1993, pp. 192–274. (In Russian)
27. Polya, G. *Matematika i pravdopodobnye rassuzhdeniya* [Mathematics and Plausible Reasoning]. Moscow: Nauka Publ., 1976. 464 pp. (In Russian)
28. Ricœur, P. “Zhivaya metafora” [The Live Metaphor], *Teoriya metafory: Sbornik* [The Theory of Metaphor: a Collection], eds. N.D. Arutyunova & M.A. Zhurinskaya. Moscow: Progress Publ., 1990, pp. 435–455. (In Russian)
29. *Teoriya metafory: Sbornik* [The Theory of Metaphor: a Collection], eds. N.D. Arutyunova & M.A. Zhurinskaya. Moscow: Progress Publ., 1990. 511 pp. (In Russian)

30. Uemov, A.I. “O dostovernosti vyvodov po analogii” [On the Reliability of Conclusions by Analogy], *Filosofskie voprosy sovremennoi formal'noi logiki* [Philosophical Questions of Modern Formal Logic], ed. P.V. Tavanets. Moscow: Academy of Sciences of the USSR Publishing House, 1962, pp. 186–214. (In Russian)

31. Uemov, A.I. *Analogiya v praktike nauchnogo issledovaniya* [Analogy in the Practice of Scientific Research]. Moscow: Nauka Publ., 1970. 264 pp. (In Russian)

32. Voishvillo, E.K. & Degtyarev, M.G. *Logika* [Logic]. Moscow: Vldos-Press Publ., 2001. 527 pp. (In Russian)

33. Zaitseva, N.V. “Zagadka paradeigmy” [The Enigma of the Paradeygm], *Logical Investigations*, 2019, T. 25, No. 1, pp. 37–51. (In Russian)