

## Глава 8. Надпредметные принципы мышления

В любой области знания есть практические задачи, есть теория и есть то, что я далее буду называть системными идеями, связывающими область знания в единое логически целое. Это правила логики и общие принципы мышления и построения системы знания. Приведем в качестве примера несколько таких утверждений о математике.

1. Математика – это дисциплина, изучающая количественные соотношения.
2. Отрасли математики строятся на системах аксиом. Это означает существование утверждений недоказуемых, но совершенно необходимых для построения системы знаний.
3. Если к истинным математическим утверждениям применить логически корректные методы, то результатом будут также истинные утверждения.

Можно, выделить и другие идеи, но для примера трех достаточно. Такого рода идей не должно быть слишком много. И они как легко видеть не являются содержанием области знания, это скорее, как и было сказано логические принципы, донести которые до учащегося в процессе обучения, совершенно необходимо. Добавим, что эти принципы проходят красной нитью через весь процесс обучения, не становясь отдельной темой. Демонстрация их действия есть методическое искусство педагога.

Системные идеи представляют собой важную педагогическую проблему, так как имеют высокую степень абстракции, и как следствие трудно воспринимаемы. Но необходимо понимать, что без них область знания будет представлять собой бесструктурную грудку сведений. Вообще сам факт существования такого рода идей представляет собой интересный парадокс. Они не являются содержанием области знания, и в то же время они первейшее условие существования области знания, как осмысленного целого.

Совокупность системных идей можно разделить на два класса. Второй класс – это утверждения описывающие природу именно этой области знания. Здесь, к сожалению, трудно давать какие-то советы по формулировке идей, это скорее работа эксперта-предметника. Но есть еще класс, который условно назовем первым, содержащий общие формально-логические условия существования любой знаниевой системы. Ниже дана попытка выделить несколько таких принципов. Но сразу заметим, что вопрос этот весьма сложен и вряд ли он имеет одно всеобщее и однозначно понимаемое решение. Текст ниже стоит понимать только как мою версию.

**Логическая непротиворечивость.** Область знания не может содержать два противоречащих друг другу утверждения, что следует из соображений обычного здравого смысла. Принцип имеет фундаментальный смысл с точки зрения математики, если учесть, что математика – это универсальный язык для записи любого знания. Идея логической непротиворечивости не просто увязывает знание в логическое целое, но и создает условия для развития знания.

Действительно, утверждение, о том, что не могут одновременно существовать два противоречащих друг другу утверждения, не означает, что они не будут появляться. На самом деле любой мыслящий человек регулярно сталкивается с противоречиями в известном. Это естественное явление, говорящее о недостаточном или неправильном понимании исследуемого материала. И если противоречие осознано, это не означает, что одно из логически несовместимых утверждений должно быть просто отброшено, это на самом деле повод более тщательно разобраться в проблеме, выявить новые положительные утверждения, благодаря которым противоречие будет конструктивно преодолено.

**Любое знание – это не более чем модель.** Ни одна научная теория не является точной. Поэтому для любых утверждений всегда есть вопрос, а чему и насколько (и качественно и количественно) они соответствуют в реальном мире. Неточность имеет несколько причин. Например, если речь идет о численной оценке величины, то мы сталкиваемся с погрешностью приборов. Используя численные математические методы, мы вынуждены ограничивать точность вычислений. Есть и фундаментальная проблема. На самом деле, наш интеллект исследует не реальный мир, а его образ, данный в ощущениях. Поэтому всегда есть вопрос – насколько этот образ соответствует реальному миру.

Наука в этом отношении ведет себя совершенно честно. Любая научная теория строится на допущениях иногда никак не соотносящихся с действительностью, но в определенных рамках точности дающих результаты, подтверждаемые экспериментом, и наука признает такое положение вещей. Мой любимый в этом отношении пример – молекулярная теория газа. Она исходит из того, что газ состоит из маленьких упругих шариков. Это совершенно не так, но как ни удивительно именно такое предположение позволяет развить теорию, правильно описывающую поведение газа в огромном количестве случаев.

Теория вероятностей исходит из того, что если бросать монетку, то вероятности выпадения решки и орла равны, то есть теория предполагает, что монетка честна в отношении двух своих сторон. А если есть группа  $N$  - событий относительно природы которых ничего не известно, то предполагается, что их вероятности также равны. Но на самом деле, если о природе событий ничего не известно, то ничего не известно и об их вероятностях, но теория не интересуется природой вероятного, она в чистом виде представляет собой алгебру вероятностей (то есть модель вероятностных процессов), оставляя изучение причин происходящего другим наукам. Мы должны понять, что любое знание есть знание о модели настоящего мира, лишь как-то соотносящееся с реальностью. Это фундаментальное свойство человеческого интеллекта, и оно должно быть понято каждым человеком считающим себя образованным.

**Положительное и отрицательное знание.** Типизировать знания можно различными способами. В первом разделе этой книги о проблеме классификации знаний было сказано достаточно. Но деление на отрицательное и положительное знание имеет особое значение, о чем необходимо поговорить отдельно. Если двумя словами, то положительное знание – это знание о том, что есть, а отрицательное – о том, что не существует. Думается, ответ на вопрос, зачем нужно положительное знание очень прост. Собственно оно и есть знание, которое мы можем использовать в своей повседневной деятельности.

Отрицательное знание имеет важную функциональную нагрузку в деле организации исследовательского процесса. Оно отсекает абсурдные или просто маловероятные направления интеллектуальной работы. Оно говорит, - вот в этом направлении работать не надо, там решения нет. Или этот объект рассматривать нет необходимости, он все равно не существует. Простым примером отрицательного знания является отрицание существования вечного двигателя. Можно до бесконечности придумывать технические реализации, но можно этого и не делать, так как добытое человеком отрицательное суждение об его возможности (через положительное утверждение о законе сохранения энергии) отбрасывает все версии вечного двигателя оптом, без рассмотрения каждой по отдельности.

Конечно, может и должен возникнуть вопрос о законности и применимости отрицательных суждений. Этот вопрос решается на твердой логической основе. Если речь идет об умозрительной области знания, например математической, то несуществующий объект – это объект, порождающий противоречие. А любая теория просто обязана быть непротиворечивой.

В естественных науках вопрос о законности решается на основе опыта. Если опыт показывает, что нечто существует, то оно действительно существует. Проблема в том, что опыт подтверждает именно существование, а отрицательное знание это отрицание существования, опытом же обнаружить несуществующее нельзя. Решение проблемы состоит в том, что каждое отрицание имеет в качестве своей противоположности положительное утверждение, истинность которого и будет основанием для истинности отрицания. В рассмотренном выше примере отрицание существования вечного двигателя имеет своей противоположностью закон сохранения энергии. Если закон истинен, то вечный двигатель невозможен, если же закон сохранения энергии нарушается, то появляется возможность и для вечного двигателя, но на сегодня в законе сохранения энергии мы совершенно уверены, следовательно, уверены и в отсутствии возможности для вечного двигателя.

Если вернуться к педагогике, то учебная цель показать роль и функции положительного и отрицательного знания. Первого, как знания содержательного, второго как играющего роль ограничителя в направлениях интеллектуальной работы.

**Соответствие здравому смыслу.** Эта идея в некоторой степени продолжение предыдущей. Вопрос заключается в том, что отнести к отрицательному знанию, то есть к чему-то несуществующему. На самом деле, не все так просто, как в примере вечного двигателя, зачастую вопрос отрицательного знания не решается однозначно. Может оказаться, что утверждение отрицается просто из умственной лени или неумения анализировать сложную ситуацию. С другой стороны, если допускать много возможностей, то разум может в этом возможном просто утонуть.

Итак, вопрос в том, что считать несуществующим, невозможным, а что все-таки стоит рассматривать? Для решения этой задачи, люди используют критерий называемый здравым смыслом. Мы часто слышим фразы: «с точки зрения здравого смысла», «это противоречит здравому смыслу», но, наверное есть, необходимость более точно понять, что имеется ввиду под этим термином.

В знания соответствующие здравому смыслу включается все устоявшееся, многократно проверенное и общепринятое. Основа здравого смысла, то, что каждый может наблюдать непосредственно и регулярно. Каждый день всходит солнце, на холоде вода замерзает и т.д.

Помимо того, есть общепринятое научное знание, и если непосредственное наблюдение противоречит научному знанию, то приоритет отдается научному знанию. Нарботан достаточно большой объем знания, которое считается научным и подтвержденным либо авторитетным человеком, либо авторитетной книгой. При этом статус авторитета утверждается общественной традицией. Таким образом, здравый смысл это не критерий для установления истинности того или иного знания. Здравый смысл это процедура ограничения интеллектуальной активности общественной традицией. Ограничение весьма полезное в том случае, когда человек в силу различных причин не в состоянии заниматься свободным исследованием. К примеру, на это нет необходимого времени, но есть потребность в использовании знания.

То есть здравый смысл полезен функционально, как средство оптимизации мыслительного процесса, но он же и существенный ограничитель творческого мышления. В некотором смысле, здравый смысл можно считать неизбежным злом, в котором не было бы никакой необходимости, если бы все люди обладали сверхмощным интеллектом, способным в короткое время решить любую проблему. Но так как вопрос эффективности мышления всегда имеет место быть, мы вынуждены прислушиваться к здравому смыслу несмотря на то, что он довольно часто вводит нас в заблуждение.

**Различие между знанием «Почему» и знанием «Как».** Об этом мы также уже говорили, но есть смысл еще раз акцентировать внимание на двух типах знания. В идеале,

исследуя внешний мир, мы должны понять, почему происходит наблюдаемое, и уже из этого точного знания делать выводы о том, как выполнять полезные действия. Проблема заключается в том, что проблема объяснения очень сложна и если поставить цель действовать только на основе полного и детального понимания законов природы, то технический прогресс будет идти может быть более уверенно, но неизмеримо медленнее.

К тому же мир каким-то образом устроен так, что можно действовать достаточно эффективно на основе просто правдоподобных утверждений. Примеров тому множество. Хотя бы уже и много раз использованный пример теории газа. Поэтому знание о том, как надо делать, на самом деле не основано на знании, почему это так. Оно скорее приобретается опытным путем и зачастую оно является движущей силой для развития знания «Почему это так», а не наоборот, как хотелось бы.

**Предел точности формулировки – строгая математика.** Естественный, человеческий язык обладает свойством многозначности, что, конечно, не может не отражаться на формулировках истинных высказываний любой области знания. Это означает, что если не предпринимается специальных усилий, то неточности и многозначность предложений естественного языка стремится переходить в неточности и многозначности знания, при этом ценность знания естественно падает.

Поэтому любая наука неизбежно математизируется так как математика – это универсальный язык предельно точного описания для любой естественной науки. В какой-то степени это верно и для гуманитарных наук, но в более ослабленном виде.

Что необходимо понимать в проблеме использования языка математики. Этот язык предельно точен, за счет упрощения содержания высказываний. Поэтому, стремление к точности формулировок имеет обратную сторону в виде потери содержательности. А значит, необходима золотая середина между точностью, определенностью и возможностью выразить больше смысла.

Есть и чисто психологическая проблема. Любому педагогу требуется решать задачу доступности изложения материала. И здесь необходимо понимать, что для нетренированного интеллекта восприятие строгого математического языка всегда дополнительная проблема, которую учитель тоже должен решить, но не за счет значительного увеличения времени усвоения очередной порции материала. Поэтому формы строго математического языка необходимо вводить не по мере их необходимости (а необходимость вообще спорная вещь), а по мере роста возможностей учащегося их воспринимать без излишнего напряжения.

**Любая наука начинается с наблюдения и неопределяемых понятий.** Для того, чтобы можно было развивать науку, как систему истинных утверждений полученных логическим путем, необходимо иметь некоторое количество утверждений истинность которых очевидна. Очевидные истины могут быть получены двумя путями. Это, во-первых, прямое наблюдение и, во-вторых, здравый смысл. Мы уже не раз говорили о сомнительной достоверности этих источников, но проблема в том, что других возможностей просто нет. Точно также формируется и базовый понятийный аппарат. Он тоже формируется на интуитивной основе. В процессе развития науки появляются сложные понятия, формируемые методами логики из базовых внелогических понятий. А на старте, любой науки, логического вывода просто нет, так как в противном случае возник бы вопрос, что служит основой для этой логики. Ясно, что должно быть внелогическое начало.

**Идея причинно-следственной и логической связи.** Собственно любое знание это форма связи между известным и пока неизвестным. Но есть связь между явлениями природы. Она существует, как пара причины и следствия. Эта пара возникает в силу того, что все явления природы существуют во времени. Все законы естественных наук

описывают процессы, происходящие во времени. Поэтому время входит как составная часть во множество законов, либо явным образом, либо неявно. В качестве примера явного присутствия фактора времени, можно привести закон зависимости пройденного расстояния от времени в равноускоренном движении:

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Хорошим примером неявного участие временного фактора может послужить закон всемирного тяготения:

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Нюанс заключается в том, что данный закон описывает силу, а любая сила, воздействующая на тела, инициирует процесс движения, закон которого уже содержит время, в качестве обязательного параметра. Поэтому можно утверждать, что любой естественный закон, как форма описания причинно-следственной связи имеет смысл только во времени.

Совершенно иная ситуация с утверждениями математики. Математика, как язык науки описывает формальную модель мира, поэтому между утверждениями математики существует не причинная связь, а формально-логическая. В чем разница. Если мы рассматриваем процесс, в котором изменяется время, то зависящая от времени величина принимает некоторое значение через некоторое время, следовательно величины определяемые далее также изменяют свои значения во времени. Значение величины пути существует, в зависимости от физических обстоятельств и вне зависимости от обстоятельств интеллектуального плана.

А, например, корни алгебраического уравнения могут, во-первых, в принципе не существовать, а если и существуют, то совершенно вне зависимости от внешних обстоятельств. Если математик вычислил корни, это означает только то, что они стали ему известны, а не то, что теперь они существуют, а до начала вычислительной работы их не было. Логическая связь говорит об истинности утверждения (следствия) в зависимости от истинности другого утверждения (посылки), вне зависимости от времени.

## Подведем итог

Еще раз заметим, что ни один из сформулированных выше принципов никак не соотносится с конкретным предметным содержанием. Все они надпредметны, можно сказать, что на самом деле это разговор об общем устройстве человеческого мышления. Отсюда следует, что система таких идей (принципов) в определенном смысле, более важна, нежели конкретные научные знания, но надо также понимать, что когда необходимо быстро решать прикладные задачи, по известному алгоритму, понимание системных идей устройства мышления, вообще говоря без надобности. Но возможно когда-нибудь развитие мышления станет важнейшей задачей педагогики, и тогда нужен будет не короткий обзор идей выбранных интуитивно, а строгая наука о мышлении, четко определяющей такую систему и поясняющую, почему именно такую.

Еще одно важное замечание касается учебной методики учитывающей существование системных идей. Понятно, что не может быть урока, посвященного тому или иному принципу. Они должны быть основой мыслительных операций, и методическое искусство учителя состоит в том, чтобы показать, как эти идеи вплетаются в конкретный учебный процесс и его личное мышление, какую они играют роль. Но конкретная техника должны быть разработана под конкретный предмет, с учетом личных качеств и уровня подготовки учителя.