

Это вторая лекция, посвященная принципу дополнительности Бора. Здесь я продолжаю поиск Боровских пар и привожу примеры их работоспособности.

Я нашел еще одну Боровскую пару, о которой можно рассказать сравнительно просто. Ценой некоторого упрощения и искажения дефиниций. Потом вернусь к более точным определениям, поскольку именно в таком уточненном виде они приложимы непосредственно к нашему научному ремеслу.

Для начала заметим, что любое сложное суждение о сложном предмете может быть более или менее понятным, доступным для усвоения, ясным. Это относится и к плодам безответственного трепа, и к какой-то строгой научной теории. Назовем это свойство **ясностью**. Как человек физико-математический, я бы назвал это степенью ясности. Тогда это свойство можно как-то измерить количественно. Например, сколько человек в мире способны это понять. В качестве примера приведу формулу из рубрики «физики шутят»,

1. Специальную теорию относительности (СТО) понимали 5 человек, включая трех ее создателей (Эйнштейн, Пуанкаре и Лоренц).

2. Квантовую механику не понимает никто, даже ее создатели.

Я эту формулу дополнил до триады.

3. Математическую статистику понять принципиально невозможно; да она еще толком и не создана.

Это уже не шутка. Я разговаривал с профессиональными математиками, от которых узнал, что теория вероятностей получила математические основания только в работах Колмогорова, а вот математическая статистика таких оснований до сих пор не получила. Следовательно, если кто-то утверждает, что понимает математическую статистику, то это ему только кажется. Конечно, такое принципиальное непонимание не мешает нам пользоваться рецептами математической статистики в своих корыстных исследовательских целях. Но никто не ручается, что мы в своих статистических рассуждениях не завремся. Недаром было сказано – есть просто ложь, бывает наглая ложь, а бывает и статистика.

Идем дальше. То же самое суждение (теория) не будучи ложным, может быть более или менее работоспособным. Под работоспособностью я имею в виду возможность прилагать само суждение или его логические следствия к предмету суждения (к аналогичным объектам) и получать более или менее оправдывающийся прогноз поведения этого предмета. Степень работоспособности тоже можно оценить количественно. Хоть статистически.

Так вот, **степень ясности и степень работоспособности суждения (теории) составляют Боровскую пару.**

Показываю примеры в пользу справедливости Боровского спаривания этих качеств. Не удержусь здесь от физматичности.

1. СТО всё же обладает заметной степенью ясности. Математик Литлвуд сообщил, что в Англии уже в 30-е годы на математических факультетах отменили письменные экзамены по СТО из-за простоты этой теории (устных экзаменов англичане не понимают). Математикам в ней нечего было делать. Применимость СТО довольно широка. Все вакуумные приборы с электронными пучками (телевизионные кинескопы и ускорители) проектируются с применением формул СТО. Все задачи по распространению радиоволн

(а это спутниковое телевидение и управление луноходом) решаются с применением формул СТО. И все это исправно работает. Но все же СТО можно применять только к очень простым явлениям природы, когда нет трения. Тут СТО не менее ограничена, чем законы механики Ньютона.

2. Квантовая механика неясна тем, что ее основные модели невозможно вообразить. Ясность минимальна. Но с ее помощью решают широчайший круг задач о поведении объектов микромира. И те, куда можно сунуться с формулами СТО, и те, куда не сунешься. При переходе от первого примера ко второму ясность уменьшилась, работоспособность возросла. Но к общественным явлениям с квантовой механикой походить не рекомендуется.

3. Математическую статистику, где с ясностью принципиально худо, используют для решения практических задач все, кому не лень.

Контрольный вопрос. Сможете ли вы самостоятельно привести несколько примеров поведения компонентов этой пары по поговорке: хвост вытащил, - нос увяз?

Теперь разберем пример неборовской пары, когда в сужении спариваются случайные качества. Суждение может обладать некой степенью ясности и какой-то степенью популярности среди его потребителей, степенью публичного успеха. Житейский опыт нам подсказывает, что в одном и том же суждении оба этих свойства могут обладать одновременно сколь угодно высоким качеством. Яркий пример – Владимир Вольфович. Его суждение: «Каждой бабе надо дать по мужику, каждому мужику по бутылке водки, каждой России по президенту Малышкину, тогда будет порядок». Очень понятно (будет такой долгожданный порядок, а это хорошо) и довольно популярно (каждый получит желаемое). Голосовали многие. Особенно за В.В., а потом некоторые и за Малышкина. Мы выяснили неборовскую структуру суждения по признаку 2 из нашего определения Боровской пары, следовательно, его невысокую содержательность. Может быть, и ошибочность.

Заметим одну вещь, которая может нас ободрить. Многие умные люди догадывались о частных проявлениях того, что Бор систематизировал и обобщил в форме закона Природы. Не боги горшки обжигают. Недавно до меня дошла цитата из Белинского, который заметил – «Чем более односторонен взгляд на предмет, тем более охотно толпа усваивает этот взгляд и им руководствуется». Так уже в 19 веке был открыт неборовский характер простых односторонних суждений.

Теперь применяем теорию к трудным и надоедливым проблемам. Сначала выведем из теории нужную нам теорему. Из открытой нами Боровской пары следует, что у сложных проблем, связанных со сложными объектами, не может быть простых решений. Простое решение всегда обладает высокой степенью ясности. Но по применимости такое решение всегда обречено быть мало работоспособным.

Пример с проблемой Чечни. Объект сложный, проблема сложная. Ей уже более 200 лет в России, а для Грузии и Армении, для средневекового Великого шелкового пути – еще больше сотен лет. Именно для защиты от чеченских нападений на караваны, идущие из Средней Азии в Европу вдоль Черноморского побережья Кавказа армянские и грузинские цари попросились под руку Российского оборонительного милитаризма.

Лучший главнокомандующий всех времен и народов Павел Грачев предложил Ельцину простое решение. «Мне два десантных полка и два часа операции, Вам конституционно

урегулированная Чечня». Просто и ясно. Имело успех у Ельцина. Оказалось неработоспособным.

Даже не ставлю контрольного вопроса. Вы сама сможете подобрать коллекцию простых и популярных решений по Чечне.

Теперь всё же ставлю **контрольные вопросы**.

Простое ли явление международный терроризм? Можно ли с ним справиться простым способом? Уже есть коллекция простых решений и этой проблемы.

На закуску о веселом.

Забегая вперед, скажу. Принцип дополнительности Бора как следствие утверждает, что сложный объект или явление обязательно надо обзирать с разных сторон и описывать на многих языках одновременно. Это никак не обещает ясности для потребителя. Ясность же дает только односторонний взгляд на объект. Но тогда описание не работает.

Так вот, фотография это результат очень одностороннего разглядывания. Две фотографии уже лучше. Но с первого взгляда легко проморгать, что на двух фотографиях одна и та же персона. Лучше всего устроить личный осмотр со всех сторон. Так поступает пограничница в нашем аэропорту, когда вам удается вернуться домой из научной эмиграции. Она долго смотрит на фотографию, потом на вашу физиономию, потом процесс итерационно продолжается, пока она не сообразит, что ей попалось уникальное по сложности явление – и физиономия ваша, и фотография тоже ваша.

Теперь перейдем от популярного изложения с вульгарными примерами к более точным определениям. Такое качество суждения, как **ясность**, у нас определено достаточно строго, даже количественно. Всегда можно экспериментально выяснить, сколько человек могут понять это суждение, или сколько часов надо потратить, чтобы в нем разобраться. А вот такое качество, как его **работоспособность**, у нас получилось довольно расплывчатым. И я не знаю, как его определить на все случаи жизни. А вот если мы присмотримся к нашей предметной области, к исследовательской работе, то легко вместо работоспособности можно предложить более определенное качество. Вспомним, что конечным результатом любого исследования является такое понимание изученного явления (описание, теория), которое позволяет нам и обществу вместе с нами прогнозировать поведение изученного объекта в заданных условиях. А еще лучше – прогнозировать поведение целого класса таких объектов при широком варьировании условий. Отсюда следует, что работоспособность научного описания, теории можно характеризовать его способностью давать прогноз обсуждаемых явлений.

Однако мы хорошо знаем, что добытые нами описания и теории никогда не позволяют получить абсолютно точный прогноз. Мы прогнозируем только доверительный интервал для точечного прогноза или доверительную полосу для временной характеристики прогнозируемого процесса. Ширина доверительного интервала или полосы может быть самой различной, как повезет исследователю, но это количественная характеристика добытого суждения. И это хорошо. Поэтому есть предложение. Назовем эту характеристику **степенью истинности** суждения. Чем уже доверительный интервал, подтвержденный контрольными экспериментами, тем выше степень истинности суждения, теории, тем это суждение выглядит более работоспособным.

Итак, мы получаем вторую Боровскую пару – **степень ясности и степень истинности**.

Эту пару не мы открыли. Открытие принадлежит самому Бору. Его пригласили на психологический конгресс, чтобы он рассказал о принципе дополнительности. После доклада ему был задан неприятный вопрос – «А что является дополнением к истине?».

Надо обладать большой смелостью, чтобы сформулировать такой вопрос. Ведь истина это нечто сакральное. Причем так к истине относилось не только богословие, но и философия тех времен. Помню, меня в университете обучали крупные специалисты по диалектике и научному коммунизму, что полагается говорить – абсолютная истина существует, но она недостижима. К ней можно приближаться, но нельзя к ней прикоснуться.

Надо было обладать не только отвагой, но и сложным набором других замечательных качеств, чтобы на поставленный вопрос тут же ответить – «Ясность». Бор так и ответил. Конечно, в конференц-перепалке некогда уточнять термины. Не место говорить – степень ясности и степень истинности. У нас более спокойная обстановка, мы можем себе позволить такие уточнения. И тогда мы получим не только красивую формулу, как получил Бор, а рабочий инструмент для исследования содержательности суждений именно в нашей предметной области.

Контрольное задание. Проанализируйте на предмет степени ясности и степени истинности известные вам учебные курсы и научные теории. В итоге вы убедитесь – хвост вытащил, нос увяз.

Я же ради живости изложения приведу примеры не из нашей исследовательской практики, а из других предметных областей, куда мне пришлось нырнуть. Так ни у кого из физико-химических читателей не будет повода упрекнуть меня в физико-химической некомпетентности. В других областях я тоже, конечно, некомпетентен, но это не будет так заметно и не будет нас отвлекать от натурфилософии.

Пример из школьной методической деятельности высокого полета.

Есть в Москве группа школьных методистов, которая гордится результатами своей научно-методической деятельности. Им удалось в ряде базовых школ наладить процесс обучения школьников особому виду деятельности. Они называют это *мыследеятельностью*. Я работал в одной из таких школ, но преподавал не это ремесло, а самую обычную физику. И меня однажды пригласили на двухдневные посиделки, где лучшие учащиеся таких школ под руководством лучших методистов обсуждали одну из апорий Зенона. Напоминаю, что Зенон из Элеи в 5 веке до н.э. предложил коллегам, греческим философам погрызть несколько парадоксальных утверждений, которые выглядели как удивительные непроходимые тупики, *апории*. У нас на посиделках обсуждалась такая апория.

Ахиллес не догонит черепаху. Эту апорию Зенон снабдил такой методикой рассуждений.

Ахиллес на прямой беговой дорожке дает черепахе фору в 100 шагов (считая в шагах самого Ахиллеса). Известно, что черепаха бежит в 10 раз медленней Ахиллеса. То есть, когда Ахиллес сделает 10 шагов, черепаха преодолет расстояние, равное одному шагу Ахиллеса. Всё. Побежали.

И вот почти 2500 лет философы грызут эту апорию, и не могут угрызть. Теперь за нее взялись brave московские школьники и умные методисты в качестве руководителей. Грызут так.

Ахиллес пробежал 100 шагов. За это время черепаха прошла расстояние в 10 шагов. Чтобы догнать черепаху, Ахиллес вынужден сделать еще 10 шагов. Сделал. Но черепаха за это время сделала 1 шаг. Чтобы догнать черепаху, Ахиллес вынужден сделать еще 1 шаг. За это время черепаха сделала 0.1 шага. Она опять впереди Ахиллеса. И так далее, и тому подобное. Ясно видим, что Ахиллес никогда не догонит черепаху.

Грызли два дня, но не нашли никаких изъянов в логике Зенона. И неудивительно. За эту безукоризненную логику Зенона как раз и ценил ни кто иной, как Аристотель!

Я сразу предложил методистам – «Дайте мне слово, и всем объясню, почему вы так мучитесь, не достигая никакого результата». Мне дали слово к концу второго мучительного дня. Слово я сказал, но не имел никакого успеха. Мыследеятельность продолжалась. Может быть, я у вас буду иметь успех? Объясняю, что к чему.

Зенон предложил такую методику описания процесса, которая дает полную ясность картины развития этого процесса. Мы воочию представляем себе, как движется шагами Ахиллес, как ползет черепаха. За это удовольствие надо чем-то платить. По Бору, Зенон расплачивается нулевой степенью истинности своего суждения о процессе. Его прогноз опровергается Ахиллесом экспериментально на расстоянии в 111.11 шага от точки старта. Тысячными долями шага пренебрежем, не будем мелочными. Во всяком случае, на своем 112 шаге он будет уже заметно впереди черепахи.

Мы, освоив современный курс школьной физики, описываем этот же процесс на совершенно ином языке. Вот так.

Ахиллес бежит со скоростью $v_A = 1$ шаг в единицу времени. Черепаха бежит со скоростью $v_ч = 0.1$ шага в единицу времени. Координата Ахиллеса со временем меняется так

$$x_A = v_A t \text{ шагов.} \quad (1)$$

Координата черепахи со временем меняется так

$$x_ч = 0.1 v_A t + 100 \text{ шагов.} \quad (2)$$

Ахиллес догнал, значит, координаты одинаковы. Приравниваем правые части (1) и (2), находим время встречи. Подставляем это время в (1) и выясняем, что Ахиллесу надо проделать 111.11 шагов, чтобы проскочить над ползущей черепахой. Наша расчетная ошибка такого прогноза значительно меньше размера панциря черепахи. Значит, и нас, и черепаху такая точность вполне может удовлетворить. Останутся неудослетворены только руководители мыследеятельности.

Мы уверены в нашем прогнозе. Погрешность прогноза, на самом деле, составляет не более 0.002 шага. То есть степень истинности нашего описания процесса очень велика.

За это удовольствие надо чем-то платить. По Бору, мы здесь расплачиваемся нулевой степенью ясности своего описания процесса. Хотите мне возразить? Попробуйте. Но обратите внимание, что мы пользуемся понятием мгновенной скорости движения. А что это такое? Это абсолютно абстрактное понятие, недоступное экспериментальному измерению. Любые приборы способны измерить лишь среднюю скорость, а не мгновенную.

А что такое вообще движение? Точка в теории занимает определенное положение (считается определенной координата), но в то же время обладает скоростью, которая характеризует процесс изменения координаты. Как это понять? Если кто-то понимает с

той степенью ясности, с какой Зенон представлял себе шаги двух участников забега, дайте знать мне по электронной почте.

Кстати, умница Зенон понимал, что это никак не поддается пониманию. Поэтому сочинил еще одну апорию. Под названием **Движенья нет**. Эту апорию тоже грызут 2500 лет. О ней знал умница А.С. Пушкин.

Движенья нет, - сказал мудрец брадатый.

(Это Зенон)

Другой же встал и стал пред ним ходить.

(Кажется, Платон)

Сильнее он не мог бы возразить,

Хвалили все ответ замысловатый...

Опять та же игра с обсуждаемой Боровской парой. Полная ясность с невозможностью проникнуть в суть движения и полный провал с прогнозом.

На закуску осмелюсь высказать свое суждение о наших пониманиях. Мне кажется, что в нашем времени нам всего важнее точный прогноз, то есть истинность наших представлений. А по поводу аппарата прогнозирования вырабатывается привычка к нему. И нам кажется, что мы свой аппарат насквозь понимаем.

Привычка свыше нам дана ... (А.С. Пушкин).

Теперь второй пример. Не из нашей физико-химической, а из экологической области. Я его описываю очень подробно, чтобы выявить всю прелесть проявления могущества второй Боровской пары. Кто заинтересовался, прошу посмотреть третью лекцию под названием **Лисы, Кролики, Мыши, Совы и Охотники**.