

# Шахматная игра и квантовая механика<sup>1</sup>

П.В. Полуян

г. Красноярск, E-mail: [polyan2002@mail.ru](mailto:polyan2002@mail.ru)

(Получена 16 мая 2004; опубликована 18 мая 2004)

Шахматы – это мистическая игра, но об этом – не будем. Мы оставим за рамками статьи и магию чисел, и рассуждения об извечной борьбе светлого и темного. Поговорим лучше о шахматах, которые являют собой не символическую, а реальную модель физического мира – ведь об этом заявляют сами физики. Если же это так, – а похоже, что заявления ученых не безосновательны – то наше рассмотрение странной "шахматной модели" позволит, быть может, понять специфику патовой ситуации, в которой ныне оказалась наука.

## КОНЕЦ ФИЗИКИ. ФЕЙНМАНОВ ГАМБИТ

Тупик, кризис, безвыходность – такие выражения в данном случае солидные люди не используют, говорят о близком завершении науки, научного познания, о конечном числе фундаментальных физических законов – которые очень скоро нам станут все известны. Именно о таком завершении познания пишет, например, Джон Хорган, научный обозреватель из "Сайнтифик Америкен", в своей книге с примечательным названием "Конец науки: взгляд на ограниченность знания на закате Века Науки" [1]. В качестве журналиста Хорган брал интервью у крупнейших ученых нашего времени и с прискорбием убедился, что мысль о конце науки для большинства из них столь же очевидна, как таблица умножения.

Чтобы понять суть этого "E2-E4" надо достать из шкафа доску с черно-белыми клетками и расставить на ней фигуры... Оказывается, модель "оконченной науки" лучше всего иллюстрируется примером с шахматной игрой, ведь шахматы – это точная модель того Мира-Универсума, который современная физика собирается скоро понять до конца.

Эту шахматную аналогию предложил Ричард Фейнман – бесспорный авторитет и лауреат Нобелевской премии по физике. Суть такова: если принять клетчатую доску в качестве образа физического пространства, набор фигур уподобить элементарным частицам, а правила передвижения фигур считать за фундаментальные законы их движения, то аналогия *Универсум - Шахматы* предстает перед нами во всей красе. Конечно, реальное пространство Вселенной бесконечно (по крайней мере – неограниченно), движение "фигур" обеспечивается не волей игрока, а изначальной энергией и количеством движения, "фигуры" могут не только исчезать, но и появляться, однако в остальном – полное подобие.

В самом деле, на основе фундаментальных законов микрочастицы образуют устойчивые композиции разного уровня сложности, где появляются закономерности уже другого уровня – менее фундаментальные. Точно также, в различных ситуациях на шахматной доске фигуры образуют разнообразные композиции, где возникают свои закономерности – те самые правила дебютов, гамбитов и эндшпилей, знание которых делает шахматиста профессионалом. Можно даже представить "шах и мат" как символ окончательного результата, к которому стремится физический мир – будь то тепловая смерть Вселенной или же коллапс ее в новой точке сжатия. В ходе шахматной игры действует даже дарвиновский

---

<sup>1</sup> Статья предложена автором в новой редакции, предыдущий вариант был опубликован на сайте SciTecLibrary: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/3457.html> [прим. ред.]

закон естественного отбора – ведь не все возможные комбинации фигур на доске одинаково "жизнеспособны", только дилетант ходит "абы как", а мастер выбирает из множества вариантов наиболее оптимальный.

Когда Ричард Фейнман изложил суть этой шахматной модели в цикле популярных лекций "Характер физических законов" [2], вывод о конце фундаментальной физики обнаружился как "дважды два". Ведь если теория относительности уже дала нам модель "шахматной доски" – псевдоевклидовый 4-мерный пространственно-временной континуум, а квантовая механика указала путь для познания фундаментальных закономерностей поведения элементарных частиц, то, совершенно очевидно, что количество видов этих самых фундаментальных частиц и законов их движения не может быть сколь угодно большим. Ричард Фейнман поясняет: если белопольный слон двигается только по белым диагоналям, то в любой момент игры мы его обнаружим на белой клетке (если, конечно, его еще не сняли с доски). Вселенная сложнее шахмат, но количество фундаментальных законов, скорее всего, конечно. А тогда, рано или поздно, мы должны познать их все, тем самым – узнать перечень правил мировой игры.

После того, как этот этап наступит, ученые будут изучать окружающий мир со знанием дела: мы можем – на Земле, в космосе, на далеких планетах находить новые и новые виды "композиций", сталкиваться с замысловатыми "шахматными задачами", придумывать "интересные этюды", но никаких неизвестных "правил игры" нам уже не удастся обнаружить.

Итак, фундаментальная наука – физика – должна закончиться, уступив "пьедестал почета" наукам прикладным, изучающим закономерности тех структур и систем, в которые сочетаются фундаментальные микрочастицы. От атомов к молекулам, к твердым телам, жидкостям и газам, химическим веществам, биохимическим структурам, затем – к живым объектам, экосистемам и "социальным организмам".

Если подумать, то ничего особенно печального в таком прогнозе-проекте нет. Ведь мир, в отличие от шахмат, действительно, неисчерпаем – и разнообразие природных структур обеспечит бесконечность познания в любом обозримом будущем. (Кстати, как подсчитал английский математик Дж. Литлвуд число вариантов шахматных композиций по порядку величин также невообразимо огромно.) К тому же, сложность изучаемых природных систем такова, что детальный расчет всего и вся в принципе невозможен – к радости романтиков остается место и для непознаваемого. (Я уж не говорю о достаточно распространенной скептической оценке наших собственных познавательных способностей.) А для наших незамысловатых шахмат такого рода рассуждения - высшая степень оценки: они – в прямом смысле – являются точной моделью всей Вселенной.

Идея близкого окончания фундаментального познания сейчас распространилась чрезвычайно широко. Если Ричард Фейнман, читая свои лекции по радио ВВС, выводы делал осторожно (он упоминал даже о Боге), то атеист Стивен Хокинг (Stephen Hawking) пишет об окончании фундаментальной физики, как о деле практически решенном [3]. Даже в коммунистическом СССР физики-материалисты В.П. Гинзбург и А.С. Компанеев смело солидаризовались с подобными выводами, не боясь диаматовских аксиом о бесконечности познания и ленинских постулатов о "неисчерпаемости электрона".

Мы не будем здесь углубляться в дремучие философские дебри, но, справедливости ради, стоит отметить некоторые научные идеи, которые вроде бы идут в разрез с только что описанной мировоззренческой моделью.

Во-первых, это идея о множественности миров-вселенных. Согласно ей, изучаемая нами конечная физика – это "правила игры" только в нашей Вселенной, а познаем мы их только потому, что при наличии других фундаментальных законов – нас в природе бы не было. Иными словами, кроме шахмат могут существовать и шашки, и, если угодно, "уголки" или, вообще, нечто потустороннее – вроде покера и "подкидного". Можно даже предположить, что материальный мир, выходя из горнила Большого взрыва случайным порядком образовывал и подвергал испытанию бесконечное разнообразие физических сущностей и свойственных им законов, но в конечном счете – в качестве стабильно саморазвивающегося – "устоялся" только НАШ вариант. Можно и домыслить этот логический ход, – допустить мысль о том, что мы, разумные существа, тоже можем создавать искусственные ситуации, где начнут вдруг проявляться такие фундаментальные законы, которые в "устоявшейся Вселенной" в свободном состоянии не существуют (получаем же мы на ускорителях античастицы, которых в окружающем мире "не густо").

Во-вторых, среди физиков, занимающихся квантовой механикой, популярен субъективистский взгляд, согласно которому никаких объективных законов, фундаментальных по своей сути, вообще нет: в акте наблюдения человек сам создает то, что потом толкует как объективность. Манифест такой философии изложен известным американским физиком Джоном Уилером (John Wheeler) в его работе "Квант и Вселенная" [4]. Здесь ни о какой аналогии с шахматами и речи нет. Уилер приводит другую модель: *игра в двадцать вопросов*, когда загадывается слово, а "водящий" должен угадать его, задавая вопросы, на которые можно отвечать только "да" или "нет".

Уилер рассказывает историю, как однажды друзья подшутил над отгадчиком: слово вообще не загадывалось, а на первые вопросы ответы давались случайным образом. По мере накопления ответов, круг возможных вариантов сужался (если на вопрос "Это животное?" был уже сказано "нет", то, ясно, что как ни отвечай в дальнейшем - слово "кошка" логикой уже исключено). Джон Уилер уподобляет науку именно такой игре, – "реальность" творится нашими же собственными действиями по ее изучению и накопленными вариантами "ответов". Речь, понятно, не о реальности, которую можно пощупать, а о той реальности, которая в глубине – в фундаменте материи, о той реальности, которая обычно отождествляется с сущностью окружающего нас мира и выражается в объективных законах природы.

Я полагаю, что описанная модель познания очень поэтична и красива, а в дружеском кругу физиков может быть интересным предметом для состязаний в остроумии. Кстати, упомянутый выше журналист "Сайнтифик Америкен" Джон Хорган предложил модель "иронической науки" – когда фундаментальные теории отбираются по критериям оригинальности и остроумия, сменяют друг друга в зависимости от моды и популярности – сообразно произведенному рекламному эффекту. (Дж. Хорган начинал как литературовед и в качестве модели ему послужили "игры", в которые играют филологи.)

Наконец, наиболее существенное возражение против уподобления Универсума шахматной

игре возникает тогда, когда вспоминают о **вероятностном подходе**, который характерен для квантовой физики. В самом деле, шахматы – это игра, где элемент случайности в принципе сведен к минимуму (хотя – случается! – "зевнет" шахматист фигуру). В шахматах само начало игры строго определено, а дальнейшее разнообразие вариантов возникает не из-за случайной "мешанины костей домино", но благодаря разворачиванию комбинаций в рамках открывающихся возможностей. Четко и откровенно этот своеобразный шахматный детерминизм выразился в компьютерном программировании игры, поскольку все мыслимое разнообразие вариантов можно, в принципе, заложить в память машины и "извлекать" их оттуда по мере надобности. Принудительность такого детерминизма отвращает некоторых людей от шахматной игры и постоянно провоцирует разнообразные попытки дополнить классические правила элементами случайности, вроде бросания кубика.

Здесь уместно вспомнить о "демоне Лапласа". Для иллюстрации идеи природного детерминизма французский философ придумал фантастическое существо – супер-мозг, который может наперед рассчитать все будущие состояния мира, если знает абсолютно точно все начальные условия. Образ "лапласовского детерминизма", воистину как демон, витал в области определения классической механики: ведь там движение материальных точек целиком и полностью задается их начальными скоростями. И до сих пор этот "демон" обитает в башнях обсерваторий – астрономы умеют и солнечные, и лунные затмения, и многие другие астрономические ситуации предсказывать на столетия вперед.

Некоторые коррективы в классическую механику внесла молекулярно-кинетическая теория, где для описания состояния газа, состоящего из практически бесконечного количества частиц, понадобились методы теории вероятности. Однако и тут, случайность-индетерминизм ученые объясняли не какими-либо принципиальными, существенными причинами, а лишь практической невозможностью иметь полное знание о начальных условиях.

Иная ситуация - в квантовой механике. Здесь случайность воплощена уже в исходном уравнении Шредингера для "пси-функции", описывающей динамику амплитуды вероятностей, а в соотношениях неопределенностей Гейзенберга задан прямой запрет на точность определения сопряженных физических величин (мы можем приписать частице точное положение в пространстве, но тогда ее скорость становится неопределенной). Какой уж тут детерминизм, если полного описания начальных условий принципиально задать нельзя!

Именно эта принципиальная случайность, органически вошедшая в аппарат квантовой механики, стала в середине прошлого столетия предметом острых дискуссий среди физиков. Эйнштейн не хотел соглашаться с тем, что "Творец играет в кости", Луи де Бройль пытался истолковать "волну вероятности" в качестве реальной физической сущности, а Бор и его коллеги придумали так называемую копенгагенскую интерпретацию квантовой механики. Важным моментом копенгагенской версии было включение в рассмотрение экспериментатора-наблюдателя, который сам выбирает – какой физический параметр сделать объективным. Кстати говоря, именно такой – субъективистский подход – стал основанием для оригинальной идеи Уилера, о которой мы уже говорили, а красивая иллюстрация – мысленный эксперимент Шредингера с "кошкой в закрытом ящике" (жизнь и смерть которой зависит от вероятностного поведения микрочастицы), весьма популярен в журналистике и

научной фантастике.

Дискуссии середины прошлого века ни чем определенным не увенчались. К сожалению, корифеи неклассической физики – Планк, Бор, Эйнштейн, де Бройль, Гейзенберг, Фок и др. покинули сцену, а следующие поколения физиков по каким-то причинам принципиальный спор продолжать не стали. (Видимо потому, что философские опусы в качестве научных результатов не засчитываются, а когда репутация приобретена – спорить как-то уже не солидно.) Правда, обсуждения этих вопросов продолжались и продолжают среди философов – идеологов науки. Но я бы охарактеризовал большую часть этой литературы особым термином – "аналектика", – аналектами в Риме называли рабов, которые доедают объедки с праздничного стола, когда патриции отправляются на покой.

Какое отношение все это имеет к шахматам, может спросить въедливый читатель? Сейчас я перейду к самому главному, ради чего, собственно, эта статья и написана. Но прежде чем расставлять "виртуальные шахматы", которые, как я полагаю, позволят нам под новым углом увидеть физику, хочу сделать еще одно немаловажное методологическое уточнение.

### **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ ИЛИ "ПРАВИЛА ИГРЫ"?**

Итак, мы берем за основу, не вызывающее сомнений, сходство между шахматной игрой и физической реальностью. Действительно: шахматная доска – это пространство, где элементарные частицы-фигуры передвигаются по неизменным законам, а их композиции образуют более-менее повторяющиеся сочетания – структуры, которые изменяются по своим специфическим закономерностям.

В этой отнюдь не символической модели только одно вызывает сомнение: ведь шахматы – это игра, придуманная человеком, а коль так – в ней, конечно, воплощена логика ее создателей – некое специфическое понимание закономерной связи между элементами системы. Тогда можно предположить, что это же понимание воплотилось и в той специфической модели мира, которую нам дает наука. Я хочу сказать, что, строго говоря, шахматы моделируют не Универсум как таковой, а то понимание Универсума, которое в одинаковой мере воплощается – как в шахматах, так и в научной картине мира.

У меня нет сомнений, что наука дает нам довольно точный образ реальности – это подтверждается тем, что научными методами можно делать более-менее верные предсказания результатов экспериментов и наблюдений. Но нельзя сбрасывать со счетов и логический характер научных построений – ведь научные теории, как и шахматная игра, придумываются людьми. Могу проиллюстрировать свою мысль риторическим сюжетом Нильса Бора: приборное вмешательство человека в микроситуацию всегда изменяет ее, поэтому ситуацию "как таковую" точно описать нельзя. Но точно также и логика науки – наш "теоретический прибор" – искажает картину реальности: мы приписываем ей те черты, которые свойственны нашей теоретической модели. А ведь логика модели часто определяется привходящими обстоятельствами: стремлением к математической "красоте" и аксиоматической конструктивности, выбором формальных средств выражения, практическими соображениями утилитарного удобства. Не случайно один из крупнейших ученых недавнего прошлого Анри Пуанкаре много писал о так называемом конвенционализме, согласно этой методологической доктрине аксиоматические основания науки выбираются учеными конвенционально, по договоренности, а вовсе не из-за того, что они адекватны

реальности – то есть *истинны*.

Таким образом, изучаемой реальности мы можем приписывать черты, свойственные не ей, а той теоретической модели, которая нами сформирована. Мысль вроде как очевидная, но, если под этим углом зрения взглянуть на привычные для физика вещи, можно в их тени обнаружить странное двоение контуров... Хочу привести один элементарный пример. Я возьму ситуацию настолько элементарную и привычную, что рискую вызвать жесткую критику, но – попробуем...

Речь пойдет о том, что такое скорость.

Казалось бы, тут-то теоретическое представление настолько адекватно реальности, что и речи быть не может о логическом произволе. В самом деле, что может быть естественнее определения скорости в размерности [м/с] - один метр проходится движущейся точкой за одну секунду. Но зададимся вопросом: почему не наоборот? Отчего не говорить иначе: "Одна секунда тратится на прохождение одного метра"? Из-за чего исключена альтернативная размерность [с/м], почему мы не выражаем скорость как количество секунд, затрачиваемых на прохождение единицы расстояния – ведь это отношение логически допустимо, а математически вполне индивидуально для каждой конкретной скорости?

Нас не удивляет, когда на стадионе спортивный результат судьи выражают не в численном значении скорости бегуна, а в количестве времени, затраченном на прохождение дистанции. Но ведь это уникальный факт, противоречащий принятой в физике мере скорости: движение измеряется не метрами за секунду, а временем, которое потребовалось для преодоления заданного расстояния! Тем не менее, в физике данная мера движения с размерностью [с/м] отвергается. Почему?

На этот "детский вопрос" можно дать вполне серьезный ответ. Оказывается, то, что представляется столь простым и естественным, по сути дела лишь особенность теоретической модели. Множество всевозможных скоростей люди упорядочивают по принципу "медленнее-быстрее", и, сообразно этому, выстраивают по вектору "меньше-больше": чем быстрее скорость, тем она численно больше, – большее количество метров преодолевается за единицу времени. Взяв же иную меру - [с/м], мы столкнемся с обратным соотношением: большей быстроты придется приписывать меньшее число, – чем быстрее движется материальная точка, тем меньшее количество секунд ей требуется для прохождения единичного расстояния.

Традиционный спектр скоростей начинается с нуля (покой) и количественно возрастает по мере увеличения-убыстрения скорости. В классической механике верхний предел скорости неограничен - самая быстрая, бесконечно большая скорость – это бесконечное количество метров за единицу времени. А вот с альтернативной размерностью [с/м] все выглядит точно наоборот: покой – это бесконечное количество секунд, затрачиваемых на "прохождение" единичного расстояния, так сказать, бесконечно большая медленность. Согласитесь, считать от бесконечности к нулю, по крайней мере, не удобно. (Шкала скоростей [с/м] имеет и ряд других «неудобных» особенностей.)

Так мы выяснили две вещи. Во-первых, условность общепринятого определения скорости,

взятого из соображений наглядности. Ведь, получается, что выбор размерности связан с удобством и простотой принятой нами системы количественных оценок. Во-вторых, стала понятна логическая допустимость альтернативного варианта, а значит надо различать объективный факт перемещения тела в пространстве и "скорость" – физическое понятие, сформулированное нами для его описания. Напрашивается вопрос: не ограничиваем ли мы свои возможности в анализе реального движения, если выбираем для его количественного описания только одну из двух альтернативных мер?

Может показаться, что наши рассуждения - мудрствования на пустом месте. Однако это не так. Достаточно сказать, что Готфрид Лейбниц при создании математического анализа неоднократно размышлял над этим вопросом. Он писал: "Покой может рассматриваться как бесконечно малая скорость или как бесконечно большая медленность" [5] Если уж мы взялись анализировать движение и его возможные выражения в математических моделях, то нелишне посмотреть - какие логические варианты прокручивались в уме создателей стандартного математического анализа. Как видим, реальное движение мыслилось в двух мерах: "скорость" [м/с] и "медленность" [с/м].

У Лейбница есть еще одно примечательное рассуждение: он отождествляет нулевую скорость движения по окружности с бесконечной скоростью, когда "каждая точка окружности должна всегда находиться в одном и том же месте" [6]. То есть логически отождествляются не только 0 м/с и  $\infty$  с/м (соответственно  $\infty$  м/с и 0 с/м), но также 0 м/с и  $\infty$  м/с при циклическом движении. (Последний случай интересен тем, что здесь неявно возникает некая бесконечно быстрая частота и бесконечно малый период "вращения", а, исходя из современных геометрических представлений, можно было бы вспомнить о замкнутости пространства, в котором такое движение предполагается.)

Я опять нарываюсь на возражение: ведь определение скорости – это не просто выбор меры, а исходное понятие производной в математическом анализе! Мало ли какие логические варианты рассматривались при зарождении науки! Важно то, что за основу был принят только один... Очень верное замечание. В том-то и дело, что недостаточность стандартного математического анализа в квантовой механике выяснилась еще в первые годы ее существования, когда классические расчеты привели к "ультрафиолетовой катастрофе" для спектра равновесного излучения, и позднее, когда обнаружили "расходимости" при попытках рассчитать взаимодействие электрона с его собственным полем.

Впрочем, можно уточнить возражение: ведь время [t] считается "независимой переменной", а в динамике содержательный аспект скорости перемещения дополняется понятием "ускорение" – скорость изменения скорости в единицу времени. Эта вторая производная по t хорошо согласуется с  $V=dx/dt$ , а вот для "медленности" такой подход, ясно, не годится. Так, что дело не только в удобстве, но и в формальных особенностях аппарата анализа. Однако, такое возражение только подчеркивает обусловленность выбора особенностями формального аппарата теории, и - более того! - как мы только что отметили, ограниченность классического математического анализа в квантовой механике уже давно выявилась. О таких никчемных "бесконечностях" неоднократно поминал и Ричард Фейнман в своей книге, говоря, что физики научились "заметать этот мусор под ковер". Но если со стандартным математическим анализом, с его бесконечно делимой непрерывностью жить не слишком удобно, то, может быть стоит задуматься над вопросом: не является ли "конвенциональность" меры [м/с] также

еще одним симптомом теоретического неблагополучия?

Итак, конструктивные особенности математического аппарата, влияя на физические концепции, определяют все-таки круг описываемых явлений равно и форму их теоретического выражения. Иными словами, формальное математическое описание - это общепринятый критерий научности, но границы замкнутого круга очерчены используемыми математическими абстракциями, и далеко не очевидно, что все особенности анализируемых феноменов охватываются заданной границей. Не кажется ли вам, уважаемые читатели, что элементарные логические основания классической физики в чем-то слишком абстрактны и кое-что не учитывают?

Может быть эти "математические начала натуральной философии", введенные Ньютоном и Лейбницем в прошлом тысячелетии где-то как-то уже не срабатывают, и следует к ним отнестись критически? Не является ли их «фундаментальность» только делом привычки? А коли так, то насколько обоснованы уверения в том, что фундаментальные правила мировой шахматной игры нам уже известны? Ведь "известным" оказывается только то, что мы сами же им приписываем!

## **ВИРТУАЛЬНЫЕ ШАХМАТЫ**

Напомню: уподобленная шахматам наука превращает научное познание из сакраментального высоко престижного занятия в какое-то прикладное ремесло. И, согласитесь, такая наука уже не вызывает прежнего мистического трепета, да и спортивного азарта поубавилось. Что тут интересного, если все "америки" открыты, все уже просчитано наперед, а творческие достижения превратились в перебор вариантов, который моделируется на компьютере. Лозунг о конце науки выскакивает на экране дисплея подобно флажку - "**game over**" - конец игре.

Разумеется, все это не в упрек шахматам сказано – ведь они-то, действительно, – **игра**, где главное – соревнование соперников (и еще не факт, что компьютер сможет стать окончательным чемпионом мира). Патовая ситуация возникает, когда шахматы трактуются как модель Универсума, а такая модель совпадает с логикой понимания этого Универсума современной наукой. Для науки сей вывод весьма печален и навевает скуку. Не случайно в среде ученых все большую популярность получают разного рода спиритуалистические увлечения.

Так вот. Я хочу определенно заявить, что конца науки пока не предвидится, поскольку может быть критически переосмыслена **ЛОГИКА**, лежащая в основании стандартных научных представлений. Допускаю, что мое заявление кому-то покажется голословным, а приведенные аргументы неубедительными. Однако я надеюсь, что попытки человеческого разума понять сущность Универсума в начавшемся тысячелетии приведут к совершенно новым результатам, которые сейчас просто не видны. Но мы их и не увидим, если будем пугать молодые поколения ученых идолищем "конца науки".

Тут читатель вправе задать вопрос: может ли автор от красивых деклараций перейти к чему-то конструктивному? Если ему полюбились все эти бесконечные скорости, бестолковые "быстрости" и "медленности", а логика физических теорий не нравится, то, может быть, хоть какие-то наметки новой логики могут быть предложены?



Что ж, предлагаю читателям опять "сыграть в шахматы". Замысел таков: если логика шахматной игры, действительно, являет собой модель Универсума, которая ныне общепринята, то, может быть, на основе тех же шахмат можно попробовать смоделировать новую логику? Иными словами, нельзя ли каким-то образом поменять правила игры в шахматы, чтобы появилось нечто новое, что явит аспект реальности, который не схватывается логикой современной науки? Попрошу читателей внимательно осмыслить предложенный алгоритм.

Я не хочу придумывать для шахмат иные правила движения привычных фигур, новые фигуры или другую конструкцию доски. Такие новации логику не изменяют – ведь в модели, с которой мы начали наш разговор, не число фигур и правила важны, – принципиально само модельное отождествление: фигуры – микрочастицы, доска – пространство, правила передвижения – фундаментальные законы. В то же время, ставится задача: модифицировать как-то логику игры, чтобы модельное отождествление – проведенное в обратном порядке – показало нам новый образ Универсума. Как же изменить шахматы, ничего не меняя? Оказывается, есть один параметр игры, который не имеет отношения ни к фигурам, ни к правилам их перестановки, ни к устройству доски, но для реальных шахмат принципиально значим, а, самое интересное – он точно отражает определенную логику, свойственную научному пониманию Универсума. Этот параметр – **ВРЕМЯ**, который в шахматах воплощен в очередности ходов, которые делаются игроками.

Казалось бы: ходят игроки по очереди – как иначе? (Можно даже углубить аналогию шахматы-физика, сказав, что блиц-турниры похожи на ускорение времени в релятивистской теории...) Однако есть в "шахматном времени" нечто, совпадающее с научной логикой, с детерминистским принципом причинно-следственной связи. В самом деле: ход, который делает один игрок, создает ситуацию, которая определяет круг возможностей для ходов другого игрока. Налицо: причина и следствие, где на линейной оси времени одно предшествует другому. И вот, оказывается, что этот порядок в шахматной игре может быть нарушен – причем, так, что смысл игры по большому счету не изменится.

Допустим, что игроки будут делать ходы **одновременно**. Алгоритм прост: ты придумал ход, – записал его на бумажке и ждешь, когда противник сделает то же самое. Потом "открыли карты" и передвинули фигуры. Алгоритм, конечно, странный, но, согласитесь, уважаемые читатели, играть так можно: получается нечто вроде "игры по переписке".

Так вот, эти "виртуальные шахматы" от обычных будут отличаться резким повышением неопределенности: надо просчитывать не только будущие ходы, но и те возможные варианты, которые противник может выбрать "прямо сейчас". Размышления получаются любопытные – вроде цепочки обратной связи: "Если он пойдет ТАК, я должен сделать ЭТОТ ход, но он может предвидеть такой вариант и тогда поставит фигуру СЮДА, но я знаю, что он может это предвидеть и, поэтому, схожу следующим образом..." – и т.п.

Конечно, мои шахматы для нормальной игры не годятся (тем более, что не ясно как быть, если для хода своих фигур оба противника выбирают одну и ту же клетку?), но эта придумка странным образом меняет причинно-следственную связь и возникает впечатление, что нечто подобное уже зафиксировано в неклассической физике, в квантовой механике, где

фигурируют похожие "неопределенности". И если такие "неопределенности" признаны сейчас в качестве одного из существенных свойств реальности, то предложенные здесь "виртуальные шахматы", хотя и не подходят для чемпионатов мира, но являют собой некую **ЛОГИЧЕСКУЮ МОДЕЛЬ**, которую можно осмыслять и анализировать.

В самом деле, что же мы получили? Вместо последовательной очередности временных отрезков, где один ход в качестве причины порождает следующий, возникающий (реализующийся) из множества вариантов, мы обнаруживаем как бы "перекрытие" временных периодов, а реальный парный ход детерминирован не только имеющимся в наличии набором возможностей, но и тем набором, который он сам должен породить в процессе своей реализации. В реальной шахматной игре похожим образом возрастает неопределенность в планировании многоходовых комбинаций, но в "виртуальных шахматах" столкновение возможностей заострено до предела. И я полагаю, что в таком виде эта логическая модель позволяет прояснить некоторые существенные моменты физики.

Самое интересное, что такое заявление – не голословная декларация, и не амбициозный эвристический проект. Оказывается, в современной квантовой механике есть концепция, где подобная логика уже воплотилась. Я имею в виду так называемую транзакционную интерпретацию квантовой механики, данную Джоном Крамером. (Первая публикация в *Reviews of Modern Physics* 58, 647-688, июль 1986.) Существенным моментом этой интерпретации квантово-механического формализма является именно влияние будущего события на происходящее (правда, в таком случае смысл различения будущего и прошлого как бы утрачивается). Крамер обосновывает правомерность такого подхода ссылкой на пространственно-временные диаграммы Ричарда Фейнмана (за них тот и получил, вообще говоря, Нобелевскую премию). Любителям физической экзотики известно парадоксальное следствие фейнмановских схем: позитрон (антиэлектрон) можно представить как электрон,двигающийся обратно во времени. Появляются здесь и "опережающие потенциалы", которые в свое время оставил за рамками своих уравнений Максвелл – сигнал "из будущего" не вписывался в классическую электродинамику.

По самым строгим критериям, транзакционная интерпретация квантовой механики Джона Крамера – это не философские комментарии (как у копенгагенской школы), а вполне развитая и математически оформленная содержательная теория. Позволяет ли она в самом деле понять суть квантово-механических процессов? – вопрос оценочный. Пока сообщество физиков не пришло к единому мнению. Сам принцип "транзакции", где будущее и настоящее перекрываются, даже современным физикам кажется слишком гипотетичным. Странное дело: физики признают и релятивистские замедления времени, и гравитационные коллапсы "черных дыр", и рождение Вселенной из сингулярной точки, но как только под сомнение ставится привычная связь причина-следствие – возникает недоверчивость. Поэтому, я полагаю, что предлагаемая тут "шахматная модель" будет уместна и своевременна. Анализируя эту модель, мы можем проследить – как стандартный детерминизм линейной временной связи причина-следствие сменяется детерминизмом, где событие определяется не только прошлым, но и будущим, причем сами эти будущие возможности еще не существуют, а порождаются вместе с событием... Я не буду здесь развивать все выводы, анализировать предложенную логику - будем считать, что появление самой этой статьи обусловлено теми возможностями, которые она открывает для творческого ума аналитиков.

Однако, как мне представляется, строгий анализ будет не слишком простым - ведь предстоит переосмыслить такую фундаментальную категорию как **ВРЕМЯ**. Эту самую – независимую переменную "t", измеряемую в секундах. О линейности "стрелы времени" – особый разговор и тоже не короткий (скажем, далеко не случаен тот факт, что открытие некоммутативной алгебры Гамильтоном произошло в результате его попыток смоделировать время в "Теории алгебраических пар чисел"). Что касается философского осмысления этой странной ситуации, где возможность становится этакой материальной силой, то в литературе уже высказывалось много конструктивных идей (в 1979 году философ Ласточкин, размышляя над проблемами квантовой физики, даже предложил в этой связи оригинальный термин – "модальная онтология", фиксирующий бытийный статус возможности-вероятности).

Понравится ли шахматистам игра в "виртуальные шахматы" – я судить не берусь. Меня лично такая игра не увлекла (надоедает перехаживать, когда для хода выбирается одна и та же клетка). Впрочем, эта особенность нашей модели демонстрирует принципиальное отличие шахматной доски от реального пространства - клеточки-то на доске уже нарисованы, а в карманном варианте - еще и дырочки проделаны для установки фигур. Так что модель - это все-таки модель, а не реальность.

Последнее замечание позволяет нам еще немного порассуждать о физике, правда, о шахматных правилах мы больше говорить не будем, зато внимательнее присмотримся к "геометрии доски", то есть - к пространству, которое нас окружает. К беде нашей, не только *время*, но и *пространство* люди понимают чрезмерно абстрактно. Попробую это доказать.

## **В НАРИСОВАННОЙ КЛЕТКЕ**

Известно, что в старинном слове "*геометрия*" воплощен изначальный смысл этого теоретического построения: в аксиомах Евклида моделировалась плоская поверхность Земли, все построения легко делались на бумаге с помощью циркуля и линейки, но могли быть перенесены на почву конкретного земельного участка. С этого и началось отождествление геометрии с тем простором вокруг нас, который мы именуем *пространство*.

Пространство – геометрично. Считается, что геометрия – это первая наука созданная человеком последовательно и логически. Именно геометрия с ее постулатами, аксиомами и теоремами стала парадигмальным образцом, на который ориентировались все ученые – и философы, и физики и, само собой, математики. Последние довели принцип аксиоматического построения науки до такого формально-логического конца, что, честно говоря, остается не ясным – может ли мысль, претендующая на звание научной, воплощаться в какой-либо иной форме.

Когда Декарт воображал три взаимно перпендикулярные прямые, пересекающиеся в одной точке, он мыслил перед собой всю объемлющую нас пустоту, в которой двигаются мириады разнообразных и разно-размерных материальных тел. Они прочерчивают в трехмерном пространстве траектории, меняя в каждый момент времени свои координаты, что создает абстракцию линии (по определению математика Камилла Жордана). Это представление о соотношении геометрической (мыслимой) теории и реального пространства было долгое время бесспорным, если не считать уникальной попытки философа Канта субъективизировать пространственную интуицию – свести геометрию к формам мышления.

Однако неклассическая наука породила новую идеологию.

Если Лобачевского еще волновал вопрос, соответствует ли реальное пространство его "воображаемой геометрии", то продолжатели неевклидовости пришли к однозначному выводу: пространство – это только формальная модель, математическая структура. Так в истории науки выстроилась интересная цепочка умозаключений: сначала описывают как бы реальное окружающее пространство, потом понимают, что "пространство" – это нечто более общее (пространство, как модель, как математическая система), и получается в итоге, что окружающее нас "реальное пространство" – лишь *частный случай, описываемый этой моделью*.

Давайте вдумаемся в смысл этого последнего утверждения. Оказывается, что аксиоматическая математическая структура, которая нами именуется "пространство" – это только **МОДЕЛЬ**, которая может описывать много разных ситуаций, *в том числе* – и ту реальную пустоту, которая нас окружает. Я не говорю здесь ничего о пространстве-времени, 4-мерном континууме теории относительности, только подчеркиваю модельный характер понятия "пространства". Этот модельный характер понятия пространства подробно обозначен Бертраном Расселом в его "Введении в математическую философию": он прямо декларирует, что математическое пространство – это логическая аксиоматическая структура, а "эмпирическое пространство" – нечто совсем иное. [7]. Таким хитрым образом геометрия перестала быть наукой об "эмпирическом пространстве": описывая пространство, мы пользуемся **МОДЕЛЬЮ**, которая сама по себе *такая*, а вовсе не потому, что пространство таково. Иными словами, если шахматы – это не Универсум, то геометрия – это не Пространство.

Поясню. Получается, что есть **НЕЧТО**, что нас окружает и мы это **НЕЧТО** описываем как пространство. То есть – мы производим **ОПРОСТРАНСТВЛИВАНИЕ** этого **НЕЧТО**, которое называем пространство. Ясно ли я выразился? Часто приходится слышать, что в физике произошло "опространствливание" времени, то есть уподобление времени линейному континууму исключило из рассмотрения его существенное свойство – текучесть. Но точно также можно говорить теперь и о том, что произошло "опространствливание" той эмпирической окружающей нас пустоты-протяженности, которую моделировал Евклид. Широкая применимость этой модели ныне выявила ее абстрактность по сути, так что стало совершенно явным разделение модели и ее прообраза. Иными словами: то **НЕЧТО**, которое вокруг нас – это отнюдь не то же самое, что мы привыкли выражать в модели 3-х взаимно-перпендикулярных осей. Может быть, реальное "эмпирическое пространство" – то, окружающее нас, *"пространствоподобное нечто"* на самом деле - по сути своей – гораздо сложнее?

Главная моя мысль: пора осознать, что реальное, окружающее нас **ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПРОТЯЖЕНИЕ**, лишь в очень абстрактной мере отражено в виде того, что мы сейчас называем *"пространством"*.

Прошу понять меня правильно. Я здесь не о потусторонних "тонких мирах" говорю, и не о физическом вакууме или каком-либо воображаемом эфире. Как писал Оккам: не следует измышлять сущностей сверх необходимости. Нужно просто в старых "сущностях" увидеть то, что ныне так необходимо. Надо выработать новое фундаментальное логическое

понимание, – *фундаментальное не в меньшей мере, нежели евклидовы точки и прямые*. Иными словами, когда-то Евклид сформировал представление о том, что аксиоматическая система взаимоотношений таких точек и прямых – это и есть пространство. Сейчас мы должны найти принцип, такую же "простую" идею – фиксирующую суть того **НЕЧТО**, что нас окружает.

И опять-таки эти "логические поползновения" не голословны. И декларируемая здесь необходимость – не выдумка автора. Сейчас я использую риторический прием, который можно по-шахматному назвать "Защита Фейнмана", то есть для подкрепления своих деклараций процитирую Ричарда Фейнмана: "Теория, согласно которой пространство непрерывно, мне кажется неверной, потому что она приводит к бесконечно большим величинам и другим трудностям. Кроме того, она не дает ответа на вопрос о том, чем определяются размеры всех частиц. Я сильно подозреваю, что простые представления геометрии, распространенные на очень маленькие участки пространства, неверны. Говоря это, я, конечно, всего лишь пробиваю брешь в общем здании физики, ничего не говоря о том, как ее заделать. Если бы я это смог, то я закончил бы лекцию новым законом" [8]. Да, Фейнман мастер игры: "характер физических законов", оказывается, сильно переменчив...

Впрочем, натуралистические поправки к геометрии делал еще "конвенционалист" Пуанкаре. Он указывал на так называемую "скрытую аксиому" – эмпирический факт, который замаскирован среди аксиом Евклида в виде постулата о прорисовке окружности циркулем. То, что поворачиваемая полупрямая рано или поздно *совпадет со своим продолжением* логически не увязывается с аксиомами о статичных точках и прямых, не следует из них, не подразумевается. А сам этот "эмпирический факт" выражается в конкретном иррациональном числе "пи", которым характеризуется величина *полного поворота*. Наличие таких "эмпирических констант" в математике (это и "пи", и основание натуральных логарифмов "е", и числа Фибоначчи, приводящие к иррациональному числу, выражающему "золотую пропорцию", и прочие примечательные соотношения) породило среди физиков-любителей заразительное увлечение – попытки выразить через них безразмерную "постоянную тонкой структуры", являющуюся комбинацией из физических констант – скорости света, постоянной Планка и заряда электрона.

Да, и в здании современной математики пробиваются экзотические "бреши" – бесконечно ломаные, вроде фигур Ван-дер-Вардена и Хельги Кох, и фракталы Бенуа Мандельброта, и *нестандартная модель анализа* Абрахама Робинсона – так называемый *неархимедов анализ*. Смещаются и смешиваются основные понятия – "линия" и "площадь", "целое" и "часть". Пользуясь случаем, хотел бы внести и свою лепту: что получится из функции Дирихле, если ее два значения 0 (для иррациональных  $x$ ) и 1 (для  $x$  рациональных) будут бесконечно сближаться между собой? Говоря метафорически: если кривизна – это искривленная прямизна, то, может быть, прямизна – это "выпрямленное искривление"?

Подведем итог экскурсии. По сути дела современная физика и математика привели нас к ситуации, когда науку о реальном "эмпирическом пространстве" нужно начинать заново. Есть "скрытая аксиома" Пуанкаре, есть эмпирические константы "пи" и "е", которые указывают на *суть реального пространства*. Выявлены удивительные фрактальные закономерности. Поэтому нет сомнений: рано или поздно, нам удастся создать новую теорию, которая *не будет походить на современную стандартную математику*. В этом

все и дело.

Заканчивая так разговор о шахматах, квантовой механике и "конце науки" не могу не задать вопрос и самому себе: о чем конкретно я хочу свидетельствовать? Ведь взявшись разбираться в логике основоположений, я все-таки признаю основополагательность как таковую, значит признаю наличие фундаментальных принципов и возможность их познания... Может быть – хоть и не очень скоро – но наступит конец физики? Может все эти "транзакции" окажутся очередной игрой, в которую играют люди? Признаюсь честно: я не могу ответить на это вопрос. Просто решил написать о том, что считаю важным для науки.

### Литература

- [1] John Horgan. *The End of Science. Facing the Limits of Knowledge in the Twilight of the Scientific Age*, 1996. Русский перевод - СПб, "Амфора/Эврика", 2001.
- [2] Richard Feynman, *The Character of Physical Law*. Русский перевод: Р.Фейнман. *Характер физических законов*. М.: Мир, 1968, стр. 36-60.
- [3] Русский перевод: С.Хокинг, *Виден ли конец теоретической физики?*, журнал "Природа", 1982, N5.
- [4] Русский перевод Дж. Уилер, *Квант и Вселенная*, в кн. *Астрофизика, кванты и теория относительности*, - М. "Мир", 1982
- [5] Г.В. Лейбниц. Сочинения в четырех томах. Т. 1. М.: "Мысль" с. 205. См. также Т. 3, с. 199.
- [6] Г.В. Лейбниц. Сочинения в четырех томах. Т. 3, с. 290.
- [7] Бертран Рассел, *Введении в математическую философию*, М.: "Гнозис", 1996
- [8] Richard Feynman, *The Character of Physical Law*. Русский перевод: Р.Фейнман. *Характер физических законов*. М.: Мир, 1968, с. 184