

## **Новая символика квантово-компьютерной системы информации позволяет повысить уровень творческого мышления человека**

*Данный текст был представлен в качестве доклада (в сокращённом виде) на виртуальном colloquium «Семиотика культуры XXI в.: антропологический поворот», организованном сетевым сообществом «Русская культурология» 14 октября 2010 г. В докладе дан положительный ответ на следующий вопрос, поставленный в повестку дня: «Появились ли [в последнее время] принципиально новые знаковые системы?».*

Принципиально новая знаковая система реализуется в методике квантово-компьютерных вычислений. Центральным символом в ней выступает *кубит* – единица информации, представляющая собой аналог *бита* – классической единицы информации. Бит фигурирует в системе обработки информации, которая называется системой рекурсивных вычислений. Кубит работает, соответственно, в системе квантово-компьютерных вычислений. Сравнительный анализ двух данных систем позволяет распознать средства повышения творческого потенциала человека. Это можно показать даже в формате предельно краткого изложения.

Анализируя термодинамическую специфику процессов информации и мышления, Н.И.Кобозев сформулировал два закона, или принципа, которые позволяют проникнуть в сущность названных им процессов:

- 1) закон тождества для мышления;
- 2) закон энтропии (роста энтропии) для всех замкнутых физико-химических систем.

Закон тождества для мышления реализуется в символической системе идеального мышления человека, т. е. такого мышления, при котором используемые в нём символы оказываются самотождественными, т. е. сохраняют (или восстанавливают) свою форму в неизбежных условиях энтропийной деградации (размывания, стирания и т. п.). «Главной проблемой в термодинамике мышления, –

пишет Кобозев, – является несовместимость закона энтропии для молекулярных множеств, в том числе для молекулярного аппарата мозга, и закона тождества для мышления. Вывод: молекулярное множество не способно к функции мышления. Эта антиномия, на которую до сих пор не обращали внимания, практически снимается операционной логической деятельностью сознания и, следовательно, требует фактора, способного компенсировать энтропию молекулярного аппарата мозга»<sup>1</sup>.

Какова же природа этого таинственного фактора, на существовании которого настаивает Кобозев? Сущность его раскрывается при рассмотрении перехода от рекурсивной системы вычислений к системе квантово-компьютерной, когда мы прослеживаем, как конкретно проявляются оба отмеченных выше закона в одной и другой системе. Надо сказать, что в сфере обычного логического и математического мышления связь закона тождества с энтропией выражается лишь косвенным образом. А вот в квантово-компьютерной модели мышления эта связь выступает совершенно явным образом, что представляет собой наибольший интерес в проблеме постижения творческого потенциала человека.

Обратимся сначала к логике. Возьмём для примера её простейший раздел – исчисление высказываний. В нём принцип тождества выражается в наличии тождественно истинных формул, применение которых позволяет избегать противоречий в рассуждениях. Тождество таких формул выражается в том, что каждая из них имеет значение *истина* независимо от того, какие значения принимают пропозициональные переменные. Но здесь пока что нет и намёка на связь с энтропией. Однако уже иначе обстоит дело в формализованной системе (элементарной) арифметики, в которой наряду со знаками логических операций применяются знаки операций арифметических (скажем, операции сложения и пр.). В известных теоремах о неполноте формализованной арифметики К.Гёделя введён особый критерий отождествления доказуемых формул-истин. Он предложил метод кодирования каждой правильно построенной арифметической формулы целым (натуральным) числом посредством целочисленной нумеризации всех символов рассматриваемой системы (т. е. системы, в основу которой положены арифметические

<sup>1</sup> Кобозев Н.И. Исследование в области термодинамики процессов информации и мышления. М., 1971. С. 7.

аксиомы Пеано). Затем каждую доказуемую формулу-истину соотнос с соответствующей ей дедуктивным выводом, т. е. с той цепочкой дедуктивно связанных звеньев, в которой она занимает место последнего звена. Закодирав затем каждый дедуктивный вывод и стоящую за ним (доказуемую) формулу-истину, он стал рассматривать арифметическое отношение между их номерами. Оказалось, что оно является одним и тем же для всей рекурсивной последовательности доказуемых формул. В этом отношении все доказуемые формулы оказались взаимно-тождественными. Предвидя дальнейшее открытие Гёделя, их стоило бы заранее назвать энтропийно-равновесными, т. е. находящимися на одном и том же энтропийном уровне. А оригинальное гёделевское открытие состоит в том, что он изобрёл истинную формулу арифметики, которая принципиально не относится к множеству доказуемых формул. Слова «принципиально не относится» означают: данная формула построена так, что в ней заложено самоотрицание доказуемости в данной аксиоматике. Иначе говоря, для номера данной формулы нельзя найти число, кодирующее дедуктивный вывод, с которым она составила бы установленное в этой фиксированной формальной системе отношение доказуемости. В то же время истинность гёделевой формулы удостоверяется рекурсивным способом.

Теперь спросим: какое значение всё это имеет для нашей темы? Мы обращаем внимание на факт косвенного символического выражения связи между законом тождества и законом энтропии. В рассматриваемом здесь логико-математическом дискурсе отображается необратимый процесс, сопровождаемый, однако, не увеличением, а уменьшением энтропии. Так что формула Гёделя символизирует антиэнтропийный, или эктропийный, скачок в математической деятельности разума. (Данный факт был подмечен мною ещё в 1986 г.)<sup>2</sup>.

В основе работы всех современных классических компьютеров лежит теория рекурсивных вычислений, содержащих в себе метод обработки классической информации.

А посмотрим теперь, как функционирует квантовый компьютер и чем он обогащает наши представления о творческом потенциале человеческого мозга. Для начала следует сказать несколько

<sup>2</sup> Антипенко Л.Г. Проблема неполноты теории и её гносеологическое значение. М., 1986. С. 153–170.

слов об общих положениях квантовой механики, о её основных понятиях, поскольку работа квантового компьютера описывается на квантовом языке.

Основным понятием здесь выступает квантовое состояние движения с его отличием от состояния движения (покоя) в классической физике. Как в классической физике, так и в квантовой механике состояние движения частицы изменяется под воздействием силового фактора, или фактора силового поля. В классике фактор этот представлен в виде функции Гамильтона (или функции Лагранжа). В квантовой механике функция Гамильтона заменяется оператором Гамильтона (гамильтонианом), который действует на волновую функцию. Способ изменения волновой функции во времени описывается уравнением Шредингера.

Говорят, что частица, состояние которой находится под влиянием силового фактора, представленного гамильтонианом, взаимодействует с соответствующим источником силового поля. При этом может случиться так, что источником силового поля выступает частица или античастица того же сорта, что и частица, находящаяся под наблюдением. Тогда у двух таких частиц (их может быть больше двух) появляется общность, позволяющая описывать их единой волновой функцией, т. е. объединять в одной функции состояния обеих частиц. Такие квантовые состояния Э.Шредингер назвал в своё время скрещёнными (от нем. *Verschrankung* – скрепление). К сожалению, в русском языке стали использовать менее удобную терминологию, в которой фигурируют «перепутанные состояния». Эти издержки перевода на русский язык английского *Entanglement*, что буквально означает *запутанность, затруднительное положение*, внесли немалую путаницу в умы физиков. Более удачным мы считаем термин «сцеплённые состояния», который фигурирует в русском переводе книги Э.Стин<sup>3</sup>. Им мы и будем пользоваться в дальнейшем.

«Сцепленные состояния» – ключевой термин в физике квантовой информации. Такие состояния фигурируют в известном мысленном эксперименте, сформулированном Эйнштейном, Подольским, Розеном в 1935 г. Этот мысленный эксперимент рассматривается как выражение своеобразного парадокса, т. к. в нём

<sup>3</sup> Стин Э. Квантовые вычисления. М.–Ижевск, 2000.

обнаруживается, при строгом следовании законам квантовой теории, наличие нелокального влияния одного из сцеплённых состояний на другое. Оно проявляется в процессе измерения.

В общем можно сказать, что основополагающие идеи физики квантовой информации – идея телепортации и идея квантовых вычислений (квантовых компьютеров) – возникли при изучении феномена сцеплённых состояний. Квантовый компьютер реализуется посредством фиксированного множества сцеплённых частиц, каждая из которых может находиться только в двух состояниях, символизируемых обычно посредством нуля и единицы, т. е. тех цифровых элементов, которые используются для двоичного выражения чисел. Количество сцеплённых частиц называют обычно квантовым регистром. Каждая ячейка регистра отождествляется с частицей. Регистр квантового компьютера отличается от регистра компьютера классического тем, что в нём фигурирует одновременно суперпозиция всех возможных состояний, реализуемых квантовым регистром, и только при измерении фиксируется в качестве результата наблюдения одно из них. Такая суперпозиция может выполнять вычислительную задачу только при условии, что она подвергается унитарным преобразованиям, т. е. тем преобразованиям, что имеют место при унитарной эволюции системы.

И тут мы подходим к закону тождества в квантовых вычислениях. Дело в том, что условие унитарности, которому должен удовлетворять вычислительный квантовый процесс, заключается в равенстве единице суммы всех тех вероятностей, которые соотносятся посредством амплитуд вероятности с каждым членом квантовой суперпозиции. Вот эта сумма должна сохраняться на протяжении всего процесса вычисления, на каждом его шаге, до тех пор, пока не будет произведено измерение. Поэтому такой процесс и называется унитарным процессом. Он подобен, в данном отношении, эволюции волновой функции, описываемой уравнением Шредингера. Но тут надо иметь в виду, что протекающая во времени эволюция волновой функции является процессом обратимым, т. е. проходит без изменения энтропии. Так же обстоит дело и с квантовым вычислительным процессом. Но когда происходит измерение, при котором снимается информация как результат проведённого вычисления, энтропия квантовой системы меняется. Если допустить, что

такой квантовый процесс вычислений (размышлений) протекает в человеческом мозге, то полученная внутри него новая информация сопровождается структурированием церебральной памяти, понижает энтропию мозга, повышает его творческий потенциал. А данное допущение вполне правомерно, т. к. церебральный инструмент человека, посредством которого *Homo sapiens* изобрёл квантовый компьютер, не может быть более простым, нежели изобретённый им квантовый прибор.

Как отмечает Р.Джозса (R.Jozsa), один из авторов книги «Физика квантовой информации»<sup>4</sup>, описание квантовых вычислений удобно формализовать в терминах модели, выстраиваемой в качестве параллели с формализмом классических вычислений. «По сути, в квантовом случае элементы памяти в компьютере – это кубиты, а не биты, а логические операции – это унитарные преобразования, а не булевы операции классического вычисления. Можно утверждать, что модели такого рода достаточно, чтобы описать любой квантовый процесс»<sup>5</sup>. Кубиты, будучи квантовыми аналогами битов, отличаются от последних тем, что могут находиться в промежуточном состоянии между состоянием «да» и состоянием «нет» с разными степенями вероятности.

Изучая работу квантового компьютера, мы, во всяком случае, начинаем лучше понимать *идеальную* сторону мыслительной деятельности человека. Мы начинаем понимать, что она связана с волновым  $\psi$ -полем. В этом свете прежняя философская категория бытия представляется двусторонним образом, в двух аспектах – эмпирическом и идеальном, – которые находятся в отношении дополнительности (в смысле идеи дополнительности Н.Бора) друг к другу. Тут же мы можем видеть, как идеальное соотносится с духовным, с тем, что античные греки называли *логосом*.

Наличие связи идеального с духовным убедительно проиллюстрировал Н.Кобозев на примере литературно-художественного творчества. Безэнтропийность идеального мышления, писал он, свойственна не только логическим выводам, где она выступает с явной необходимостью. «Это более широкая и даже универсальная способность человеческого сознания: все истинно художественные формы также обладают безэнтропийностью осо-

<sup>4</sup> Физика квантовой информации. М., 2002.

<sup>5</sup> Там же. С. 239.

бого типа, так как в них нет ничего случайного и лишнего»<sup>6</sup>. Её (данную способность), говорит он далее, превосходно выразил Г.Флобер в словах, процитированных Мопассаном: «Какова бы ни была вещь, о которой вы заговорили, имеется только *одно* существительное, чтобы её назвать; только *один* глагол, чтобы обозначить её действие и только *одно* прилагательное, чтобы её определить... И нужно искать до тех пор, пока [они] не будут найдены» (курсив Н.К., цит. по: Ги де Мопассан. Собр. соч. Т. 1. М.: Правда, 1958. С. 4). «Иначе говоря, – добавляет Кобозев, – художественная форма – это единственное микросостояние художественного произведения»<sup>7</sup>.

Ту же мысль высказал С.М.Бонди, работая над черновиками Пушкина. При чтении черновиков, указывал он, надо руководствоваться следующим основным правилом: «идти в работе не от частей к целому, а от целого к частям (и потом опять к целому); не из прочтения отдельных слов составлять целое стихотворение, отрывок, а, наоборот, пользоваться пониманием целого для прочтения отдельных слов»<sup>8</sup>. Целое здесь представляет собой то, что называется вербальным логосом, хотя, конечно, поэт, создавая своё произведение, прислушивается всякий раз лишь к той части вербального логоса, которая определяется смысловой тематикой создаваемого им произведения. Когда перед нами, пишет по этому поводу Бонди, какое-нибудь совершенно неразборчивое слово, которое прочесть фактически невозможно, приходится догадываться, что оно может значить. «И это значение, конечно, следует искать не во всём множестве слов русского языка, а в определённой ограниченной области, в ограниченном кругу представлений, связанных с темой данного контекста»<sup>9</sup>.

Использование категории идеального в литературоведении привносит в работу литературоведа критерий строгости. Этим критерием пользуются также и философы. В своём философском творчестве к нему обращался Мартин Хайдеггер, когда создавал фундаментальную философскую онтологию, придавая идеальному статус бытия, которое отличается от всего сущего и противопо-

<sup>6</sup> Кобозев Н.И. Указ. соч. С. 101.

<sup>7</sup> Там же. С. 101.

<sup>8</sup> Бонди С. Черновики Пушкина. Ст. 1930–1970 гг. М., 1971. С. 173.

<sup>9</sup> Там же. С. 174.

ставляется ему<sup>10</sup>. Но эта тема отдельного разговора, требующего большего погружения в философскую проблематику. Оставляя её на будущее, покажем эвристическую роль вышеописанной символики на двух примерах, относящихся к тематике собственно квантовой физики.

Речь пойдёт здесь о преодолении, скажем так, двух «световых барьеров» в физическом мышлении. Преодоление первого барьера состоит в теоретическом открытии и экспериментальном подтверждении мгновенной передачи квантовой информации от одного физического объекта к другому, от передатчика к приёмнику. Преодоление второго барьера состоит в доказательстве того, что при свободном движении электрона имеет место композиция двух квантовых состояний его движения: движения со скоростью, меньшей скорости света, и движения, превышающей скорость света. Отметим сразу же, что вероятности этих состояний движения определяются соответственно двумя разными амплитудами вероятности, чего, казалось бы, нельзя было не заметить ранее. Но обо всём – по порядку.

Способ передачи информации в квантовой теории физики называется квантовой телепортацией<sup>11</sup>. В рамках фундаментального дуализма квантовая информация разделяется на две дополнительные по отношению друг к другу части – информацию (собственно) квантовую и информацию классическую. Это разделение обусловлено двумя разными каналами, по которым передаётся та и другая. Чтобы пояснить, о чём здесь конкретно идёт речь, нам придётся коснуться известной в физике квантовой информации теоремы о запрете клонирования.

Теорема обычно формулируется так: *неопределённое, в классическом смысле, квантовое состояние не может быть клонировано*. Неопределённость (неизвестность) в данном случае означает, что мы располагаем квантовым состоянием, относительно которого не имеется классической информации. Из доказательства теоремы становится ясно, о каком именно состоянии идёт речь. Из-за чисто технических трудностей, возникающих при вёрстке статьи, я не стану здесь вдаваться в детали доказательства теоремы. Ограничусь изложением самой сути вопроса. Если, скажем,

<sup>10</sup> Хайдеггер М. Бытие и мышление. М., 1993. С. 39.

<sup>11</sup> Физика квантовой информации.



один лаборант располагает квантовым состоянием (движения) частицы и желает передать его своему другу, находящемуся где-то в другой лаборатории, то он вынужден будет считаться с потерей того, что у него есть. Он не сможет оставить у себя копию того, что намерен передать другому. Получается так, что с наличным квантовым состоянием может манипулировать только он сам или его партнёр. Акт передачи квантового состояния нельзя представить в виде некоторого процесса, имеющего начало и конец во времени.

Получение копий по отношению к состояниям движения возможно лишь тогда, когда они суть элементы классического мира. Таков общий вывод, извлекаемый из данной теоремы в отношении процедуры квантовой телепортации.

Итак, с одной стороны, передача квантового состояния от Алисы к Бобу (как принято говорить в литературе), происходит так, что Алиса теряет то, что она направляет Бобу, поскольку она не имеет возможности оставить у себя копию состояния. Во-вторых, телепортация как таковая осуществляется с помощью двух каналов. Полученная Бобом квантовая информация дополняется классической информацией, которую Алиса диктует Бобу обычным способом по радио или по телефону. Первый канал есть канал *внепространственный* (квантовая информация переносится мгновенно), второй канал – пространственно-временной: информация распространяется в *пространстве* с течением времени.

Мой личный вклад в осмысление квантовой телепортации состоит в том, что я соотнёс две дополнительные друг к другу части квантовой информации – информацию (собственно) квантовую и информацию классическую – с физическим вакуумом и пространственно-временным многообразием. А отсюда, в свою очередь, следует такой вывод: отношению дополнительности (в смысле идеи дополнительности Н.Бора) между двумя компонентами квантовой телепортации соответствует такое же отношение между физическим вакуумом и четырёхмерным пространством–временем. Эти две стороны физической реальности сосуществуют, их, по большому счёту, нельзя рассматривать в отрыве друг от друга<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Антипенко Л.Г. Два подхода к исследованиям по физике квантовой информации // Методология науки: новые понятия и нерешённые проблемы. М., 2004. С. 237.

Второй психологический барьер, связанный с запретом на выход в сверхсветовую область явлений, был преодолен в результате получения общего, биспинорного, решения квантово-релятивистского уравнения Дирака. Данное решение было найдено Р. Пенроузом<sup>13</sup> и автором<sup>14</sup>. Выяснилось, что двум спинорам, описывающим свободное движение электрона, соответствуют два разных состояния движения: *досветовое* и *сверхсветовое*. Попытаемся дать простейшее разъяснение данного феномена, не прибегая к математическому формализму.

Нерелятивистская квантовая механика имеет дело с соотношениями неопределённости Гейзенберга, в которых даётся оценка неопределённости, с одной стороны, для импульса и координаты частицы, с другой, – для энергии и времени. При переходе к релятивистскому варианту квантовой механики надо было ответить на вопрос, что представляет собой их релятивистский аналог. Вот, допустим, мы рассматриваем движение электрона по заданному направлению в рамках нерелятивистской квантовой механики. Тогда, согласно соотношениям неопределённости Гейзенберга, при точно заданном импульсе положение его на траектории движения будет совершенно неопределённым. При измерении местоположения частицы в тот или иной момент времени выявится, что она одновременно находится (с разной степенью вероятности) в любом месте по заданному направлению. (Если задан импульс движения, то поскольку импульс – векторная величина, посредством его задаётся и направление.) Но как всё это выглядит при релятивистском описании движения того же электрона? Ответ может быть получен при сравнительном анализе двух уравнений: не-релятивистского уравнения Шредингера и квантово-релятивистского уравнения Дирака.

Уравнение Шредингера описывает изменение *состояния движения* микрообъекта во времени.

Уравнение Дирака описывает *не смену* состояний движения во времени, а только *одно-единственное* состояние движения во времени – состояние свободного движения микрообъекта (электрона, фермиона) во времени.

<sup>13</sup> Пенроуз Р. Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной. М.–Ижевск, 2007. С. 523–525.

<sup>14</sup> Антипенко Л.Г. К вопросу о частном и общем решениях квантово-релятивистского уравнения Дирака и их интерпретации // 100 лет квантовой теории. История, физика, философия. М., 2002. С. 114–121.

Полное решение уравнения Дирака показывает, что состояние свободного движения как таковое расщепляется на две компоненты, соответствующие двум спинорам.

Имеется существенное различие между временным фактором, используемым в уравнении Шредингера, и временным фактором, выявляемым в уравнении Дирака. В уравнении Шредингера время предстаёт как время механически-нивелированное. Здесь по временной линии времени можно двигаться в обе стороны – в прошлое и в будущее. Процесс такого передвижения является обратимым, осуществляется без изменения энтропии. Но иначе ведёт себя временной фактор в уравнении Дирака. Иначе – в том смысле, что время распадается на две компоненты в соответствии с наличием двух состояний движения, изначально заданного как свободное движение частицы. (Вообще говоря, суть наших рассуждений не изменится, если вместо свободного движения электрона подвергнуть рассмотрению состояние любого движения из того ряда состояний, что входят в структуру процессов, описываемых уравнением Шредингера.)

Чтобы не смешивать два принципиально разных проявления темпоральности, мы будем называть время Дирака *историческим*, а время Шредингера – *механическим*. При этом нетрудно убедиться, что историческое и механическое время находятся в отношении дополнительности друг к другу (см. соображения о двойственном характере времени в тезисах<sup>15</sup>).

Теперь, для того, чтобы получить новую и полную картину движения электрона, надо учесть тот факт, что движение всякого микрообъекта характеризуется наличием у него двух скоростей: скорости обычной, «групповой», и скорости фазовой. (Это наличие обусловлено принципом корпускулярно-волнового дуализма, под властью которого находятся все (квантовые) микрообъекты). При полном решении уравнения Дирака в обоих спинорах в качестве характеристики движения электрона фигурирует скорость света. На это обстоятельство надо смотреть так, что и в одном, и в другом спиноре фигурирует среднеквадратичная величина от

<sup>15</sup> Антипенко Л.Г. Проблема физико-математического описания двойственной структуры времени // Философия математики: актуальные проблемы: Тез. 2-й междунар. научн. конф. 28–30 мая 2009 г. М., 2009. С. 190–192.

«групповой» и фазовой скоростей, которая равна как раз скорости света. Однако в одном состоянии движения – назовём его открытым – электрон движется с «групповой» скоростью

$v < c$ , в другом, скрытом – с фазовой скоростью  $u > c$ , где  $u \cdot v = c^2$ .

Эти состояния движения чередуются между собой; им соответствуют две не тождественные между собой амплитуды вероятности, от которых и зависит средняя, наблюдаемая, в пределах соотношений неопределённостей Гейзенберга, скорость перемещения частицы. Скрытым движением частицы объясняется её исчезновение «из виду» в одном месте и скачкообразное появление в другом, когда делаются попытки проследить местонахождение частицы на траектории её движения.

В заключение сделаем несколько дополнительных замечаний по поводу понятия исторического времени.

Первое истолкование данного понятия в строго научном плане мы находим в трудах П.А.Флоренского и, в частности, в лекциях по теории искусства, относящихся к 20-м годам прошлого столетия<sup>16</sup>. В них Флоренский показал вообще несостоятельность классической концепции пространства и времени как с точки зрения современной физики, так и с точки зрения других – гуманитарных и исторических – наук. Применительно к пространству сформулированные им принципиальные положения выглядят так.

1. «В действительности (как она предстаёт перед исследователем. – Л.А.) нет ни пространства, ни реальности, – нет, следовательно, также вещей и среды. Все эти образования суть только вспомогательные приёмы мышления ...».

2. При рациональном познании свойства действительности описываются с помощью рациональной модели. Они «куда-то должны быть помещены в модели, т. е. в пространство, вещи или в среду. Но куда именно – это не определяется с необходимостью самим опытом, и зависит от *стиля* мышления и вообще от строения мышления, а не от строения опыта»<sup>17</sup>.

3. В общем случае свойства действительности распределяются таким образом, что часть их относится к среде, а другая часть к пространству. Граница между средой и пространством подвижна и в значительной мере условна, но *проведение* такой границы необходимо.

<sup>16</sup> Флоренский П, *свящ.* История и философия искусств. М., 2000.

<sup>17</sup> Там же. С. 83.

Можно поэтому смотреть на вещи как на «складки» или «морщины» пространства, места его особых искривлений (там же).

Сказанное о пространстве относится *mutatis mutandis* и ко времени, т. к., согласно теории относительности, время образует вместе с пространством единый четырёхмерный пространственно-временной комплекс. В качестве «складок» и «морщин» для времени выступают вкраплённые в него события. Так возникает представление о содержательно нагруженном историческом времени. Его первое фундаментальное отличие от времени механически-нивелированного состоит в том, что оно складается из двух компонент – энтропийной и антиэнтропийной (эктропийной). В математическом плане эти компоненты выражаются соответственно посредством вещественных и мнимых чисел<sup>18</sup>.

Указывая на подвижный и условный характер границы между пространством–временем, с одной стороны, и вещью или средой, с другой, – Флоренский настоятельно предупреждал о недопустимости релятивистских ошибок. Выбрав однажды границу между тем и другим, мы должны считаться с ней в каждой конкретной области исследований и не менять по своему субъективному произволу. Со своей стороны я хотел бы заметить, что, ставя свойства пространства и времени в зависимости от свойств вещей и особенностей их движения, мы получаем возможность судить о мнимой (в смысле мнимых и комплексных чисел) «изнанке» пространственно-временного многообразия.

---

<sup>18</sup> Флоренский П. Мнимости в геометрии. Расширение области двухмерных образов геометрии (Опыт нового истолкования мнимостей). М., 1991. 2-е изд.