

Сафонова Н.В.

## ОБ ОДНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ С КВАНТОВЫМИ КОМПЬЮТЕРАМИ

Вплоть до начала XX века закон исключенного третьего (как и другие логические законы) повсеместно применялся в науках и практически не ставился под сомнение. Однако за последнее столетие ситуация кардинально изменилась: этот принцип подвергался критике не один раз. При этом, созданные логические теории без закона, исключенного третьего (или с его модификациями) носили, в основном, формальный характер, практически не затрагивая онтологический аспект.

В 2006г. произошел факт, который, возможно, сможет изменить сложившийся эмпирический статус *tertium non datur*. Сама статья, посвященная разработке компьютера на принципиально других законах, имеет противоречивое название: «Компьютер, работающий тогда, когда он не работает» [1]. Квантовый компьютер имеет устройство, принцип действия которого противоположен обычным компьютерам, он противоречит также и закону исключенного третьего.

Таким образом, цель данной работы состоит в следующем: проанализировать онтологический статус закона исключенного третьего в связи с разработкой компьютера с иным принципом действия. Цель конкретизируется рядом задач:

- показать особенности закона исключенного третьего и рассмотреть ту его критику, которая затрагивает онтологический аспект закона;
- провести анализ принципа действия квантового компьютера с точки зрения отказа от *tertium non datur*.

Логические принципы, в частности закон исключенного третьего и закон противоречия, всегда строго применялись в точных науках вплоть до XX века. И хотя сомнения в их универсальности были еще у Аристотеля, однако значение этих принципов для науки трудно переоценить. При этом ни в одной из наук, за исключением логики, они нигде не прописывались и предварительно не обговаривались. Так, любую математическую теорию начинают с изложения аксиом и практически никогда не указывают принципы логики, с помощью которых выводится теория, за исключением, пожалуй, метатеорий и интуиционистских теорий, построенных на принципиально других законах логики. Происходило это, видимо, по той причине, что множество утверждений, образующих логику теории, считалось всеми учеными неизменным, абсолютным, непреложным вплоть до начала XX века.

В последние сто лет появилось огромное количество всевозможных логик, построенных на других принципах (их разнообразие настолько велико, что определение предмета логики стало вызывать трудности, см. [2]). Однако они практически не затронули специфику рассуждений в науках, так как носили, в основном, умозрительный, формальный характер (неслучайно Н.А. Васильев называет свою теорию "воображаемая логика" см. [3]). Появление логического плюрализма имело значение лишь для развития самой логики или других формальных теорий, (например, некоторых математических моделей или логического аппарата в альтернативных теориях квантовой физики). Онтологический статус принципов аристотелевой логики в макромире по-прежнему сохранялся.

Как уже говорилось, в 2006г. произошел факт, имеющий непосредственное отношение к нарушению логических принципов в рассуждениях по отношению к макромиру. Речь идет о создании квантового компьютера, в котором обработка информации построена на принципиально других позициях. «В квантовом компьютере каждый бит может одновременно означать  $1$  и  $0$  – для этого используется такое свойство световых частиц фотонов или других элементарных частиц, как способность в одно и то же время находиться в различных физических состояниях» [1]. Этот принцип (одновременно и  $1$ , и  $0$ ) можно представить формой  $A \wedge \neg A = 1$ , что соответствует форме отрицания закона исключенного третьего  $\neg(A \vee \neg A) = 1$  (не верно, что  $A$  или не- $A$ ).

Описание этого эксперимента появилось в журнале Nature (<http://www.nature.com/doi/10.1038/nature04523>), в основе эксперимента лежит принцип поведения частиц микромира. В специальной установке свет проходит через систему линз и зеркал и дает ответ посредством отправки фотона к одному из нескольких световых датчиков. В случае, если установка позволяла бы фотону ускользнуть в результате многочисленных отражений из поля зрения датчиков, то ответ получить было бы невозможно. «Тем не менее, Квяту и Хостену (создателям квантового компьютера) удалось выявлять закономерности потенциального взаимодействия компьютера и фотона даже в тех случаях, когда окончательные измерения показывали, что фотон вообще не перемещался по предполагаемому маршруту. Согласно законам квантовой механики фотон существует одновременно в двух состояниях: в одном он прошел через компьютер, а в другом выскользнул из него. Два альтернативных пути даже влияют друг на друга, что в конечном итоге влияет на то, какой из датчиков света сработает. Именно это свойство позволяет получить информацию о результате вычислений, даже если как показывают измерения, заданная программа вообще не выполнялась» [1].

Квантовый компьютер пока еще не поддается масштабированию, но на него уже возлагают большие надежды: с его помощью будет возможно осуществлять вычисления таких объемов, которые потребовали бы миллиардов лет работы обычных полупроводниковых компьютеров, с которыми знаком сегодня каждый (см. [1]).

Принцип действия последних широко известен, в нем строго выполняется закон исключенного третьего. «В современной вычислительной технике информация чаще всего кодируется с помощью последовательности сигналов всего двух видов: намагничено *или* не намагничено, включено *или* выключено, высокое *или*

низкое напряжение и т.д. Принято обозначать одно состояние цифрой 1, а другое цифрой 0. Такое кодирование называют двоичным кодированием» [4, с. 6]. Это кодирование можно сопоставить с принципом двузначности (классическая логика основывается на принципе, согласно которому каждое высказывание является либо истинным, либо ложным) или бивалентности и выразить формой  $AV \neg A$ . Эту форму приписывают также закону исключенного третьего.

Необходимо отметить, в логических исследованиях не всегда имеет место различие принципа двузначности и принципа исключенного третьего. Одним из первых на это указал Ян Лукасевич в работе «О детерминизме» [5]. Смешение принципа бивалентности с законом исключенного третьего А.С. Карпенко отмечает как весьма распространенную ошибку и следующим образом характеризует имеющееся различие: «Различие между указанными принципами является более глубоким, даже фундаментальным, чем это можно выразить на формальном уровне. Принцип бивалентности применим только к высказываниям, и потому является только логическим принципом, то есть принципом теории истинности, в то время как содержание закона исключенного третьего ничуть не исчерпывается формой  $AV \neg A$ , поскольку кроме своего логического статуса имеет еще и металогический и онтологический статус» [6].

Заявленное исследование посвящено онтологическому аспекту закона исключенного третьего. В некоторых случаях речь пойдет сразу о двух законах – исключенного третьего и противоречия, так как один дополняет другой и в задачу исследования не входит жестко обозначать границу между двумя законами.

Закон исключенного третьего (*tertium non datur*) и закон противоречия были сформулированы Аристотелем, имеют множество формулировок у самого философа. Закон исключенного третьего: «равным образом не может быть ничего между двумя противоречащими <друг другу> суждениями, но об одном субъекте, всякий отдельный предикат необходимо либо утверждать, либо отрицать». Закон противоречия: «невозможно, чтобы противоречащие утверждения были вместе истинными» (Аристотель, «Метафизика»). Оба закона не абсолютны. Закон исключенного третьего не носит универсальный характер, это понимал сам Стагирит, поэтому он вводит ограничения на закон (так, суждения не должны касаться будущих событий). К принципу противоречия также можно предъявить претензии.

Создатель многозначной логики Ян Лукасевич в монографии «О принципе противоречия у Аристотеля» приходит к выводу: «поскольку принцип противоречия предметно не удастся доказать, несмотря на то, что такое доказательство необходимо, то он не имеет логической ценности. Зато он имеет важную практическо-этическую ценность, будучи единственной защитой против ошибок и лжи. – Поэтому мы должны его принять» [7].

От Аристотеля идет традиция давать закону противоречия, закону исключенного третьего, да и другим логическим законам, три разные интерпретации. *Логический* принцип: закон противоречия истолковывается как принцип логики, говорящей о высказываниях и их истинности: из двух противоречащих друг другу высказываниях только одно может быть истинным. *Онтологический* принцип: этот же закон понимается как утверждение об устройстве самого мира: не может быть так, чтобы что-то одновременно существовало и не существовало, (например, компьютер работал, и не работал). *Психологический* принцип: этот закон звучит уже как истина психологии, касающаяся своеобразия нашего мышления: не удастся так размышлять о какой-то вещи, чтобы она оказывалась такой и вместе с тем не такой.

Как уже говорилось, XX век богат логическими теориями с другими логическими принципами (или их модификациями). Первые из них были так или иначе связаны с критикой или отменой законов противоречия и исключенного третьего. В работе будут рассматриваться те из них, которые были вызваны онтологическими обоснованиями.

В начале XX века закон исключенного третьего подвергся критике со стороны математиков. Против него выступил Э.Я. Брауэр, показав, что применение закона в отношении бесконечных множеств приводит к противоречиям. (С его точки зрения, законы классической логики возникли в результате рассмотрения конечных совокупностей, при работе с которыми доказательство чистого существования заведомо может быть дополнено эффективным способом построения искомого объекта – полным перебором. При переходе же к рассмотрению бесконечных совокупностей эти законы становятся недостоверными, поскольку полного перебора таких совокупностей провести уже нельзя – см. [8]). Последователь Брауэра Аренд Гейтинг создал интуиционистскую логику, где более ясно сформулированы принципы интуиционизма.

«Любое суждение считается осмысленным, только если оно выражает возможность некоторого умственного построения, и считается истинным, только если исследователю удалось выполнить соответствующее построение. Так, утверждение, начинающееся с квантора существования, означает наличие способа мысленного построения искомого объекта. Дизъюнкция суждений А и В означает возможность непосредственно указать среди этих суждений верное. С этой точки зрения, суждение вида  $AV \neg A$  может и не быть истинным, если проблема А не решена к настоящему времени. Отсюда видно, что закон исключенного третьего не приемлем в интуиционистской математике в качестве логического принципа» [8].

Логика Васильева лишена онтологических оснований, но заслуживает рассмотрения, так как ее создателя можно назвать идейным предшественником интуиционистской логики [3]. К сожалению, в свое время его труды не были оценены по достоинству и были забыты. Н.А. Васильев пишет о «воображаемой логике» в «воображаемом мире», который может быть населен «воображаемыми животными (кентаврами, грифонами, сиренами)», не имеющем ничего общего с нашим эмпирическим миром с его законами противоречия и исключенного третьего. В воображаемой логике имеет место следующий принцип.

«Тогда мы имели бы три основные формы суждения по качеству:

1. Простое утверждение: S есть P.
2. Простое утверждение: S есть non-P.

3. Соединение утверждения с отрицанием (индифферентное суждение):  $S$  есть  $P$  и  $\text{non-}P$  зараз.

Со всеми этими суждениями мы могли бы оперировать логически» [3, с. 126–131].

Очередная попытка отказа от закона исключенного третьего осуществилась в науке XX века, причиной отказа послужили следующие соображения. В физике макромира закон исключенного третьего выполняется. Так, на вопрос: находится ли данная материальная точка в данном месте? – можно ответить однозначно (да или нет). Можно много задать подобных вопросов и получить такого же рода однозначные ответы. Поведение квантовых объектов не вписывается в логику Аристотеля. В физике микромира имеет место лишь вероятностная модель и, разрешая проблему нахождения квантового объекта, можно утверждать лишь то, что он может находиться или не находиться в определенном месте.

Идею преобразования логических принципов с целью создания строгой логической базы для описания поведения квантового мира впервые высказал американский математик Джон фон Нейман. Позднее немецкий философ Г. Рейхенбах построил такую логику, отказавшись от закона исключенного третьего. В логике Рейхенбаха сохраняются законы дистрибутивности, закон противоречия и закон тождества, но закон исключенного третьего теряет силу для различных операций отрицания (Reichenbach H. *Philosophic foundations of quantum mechanics*. – Berkley; Los Angeles, 1944). Таким образом, «многозначная квантовая логика, отказавшаяся от запретов исключенного третьего, в отличие от статичной аристотелевой логики исповедует принцип «любой объект с определенными вероятностями может быть и  $A$ , и множеством не  $A$ » и как нельзя лучше отображает парадоксальные свойства физического вакуума» [9].

Тем не менее, в описанных выше случаях нельзя категорично утверждать, что построение логик с модификациями общепринятых законов произошло на уровне макромира и вызвано целиком соображениями, соответствующими онтологическому аспекту законов. В первом случае (интуиционизм), хотя и речь идет о существовании математических объектов, однако доказательство существования в математике – мысленное построение – достаточно умозрительное действо с точки зрения здравого смысла. Во втором случае мы имеем дело с описанием квантовых процессов микромира.

Новым результатом, полученным в работе, является обнаружение конструирования новой техники, имеющей другой принцип работы, который не согласуется с законом исключенного третьего. Пожалуй, впервые произошла попытка создания техники, в которой подрывается статус принципа *tertium non datur* на уровне макромира.

Стирание границ между истиной и ложью, добром и злом, к сожалению, происходит во всех сферах: в искусстве, в философии, даже в тех областях, в которых трудно предположить – в математике (см. [10]), в технике. Происходит все большее погружение в культуру постмодерна. «Отличительной чертой постмодерна является идея плюрализма мнений. Нет правды и лжи, нет истины, есть плюрализм мнений. Вводится релятивизм, в том числе и в нравственную систему ценностей. Нет хорошего и плохого, это вопрос вкуса... Если разрушено понятие добра и зла, нет границ... А дальше самоубийства. Будет названо «качество смерти». Есть понятие «качество жизни», будет «качество смерти». **И** вы не докажете, что добровольный уход человека из жизни – это грех, что это социально опасно, что это опасно для целостности человеческой жизни. Добро и зло смешивается, постмодерн, нет правды, выбирай, что хочешь» [11].

### Источники и литература

1. Нечай О. Компьютер, работающий тогда, когда он не работает. /[www.terralab.iu/system/254425](http://www.terralab.iu/system/254425). – 2006.
2. Карпенко А.С. Логика на рубеже тысячелетий // *Логические исследования*. – М: Наука, 2000. – Вып. 7. С. 7–60.
3. Васильев Н.А. Воображаемая логика. Избранные труды. – М: Наука, 1989.–262с.
4. Кушниренко А.Г., Лебедев Г.В., Сворень Р.А. Основы информатики и вычислительной техники: Проб. учеб. для сред. учеб. заведений. – М: Просвещение, 1990. – 224с.
5. Лукасевич Я. О детерминизме. // *Логические исследования*. – М.: Наука, 1993. – Вып. 2. – С. 190–205.
6. Карпенко А.С. Многозначные логики // *Логика и компьютер*. – М.: Наука, 1997. – Вып. 4
7. Возникновение и формализация модальных логик. /[culture.niv.ru/dok/philosophy-analitic/053htm](http://culture.niv.ru/dok/philosophy-analitic/053htm).
8. Интуиционизм, /[www.ru.wikipedia.org/wiki](http://www.ru.wikipedia.org/wiki).
9. Журавлёв В.И. Квантовая логика физического вакуума. /[ai.donetsk.ua/\\_u/iai/dtp/CONF/42004/artikles//stat24.html](http://ai.donetsk.ua/_u/iai/dtp/CONF/42004/artikles//stat24.html)
10. Сафонова Н.В. Метаморфозы принципа точности в математике. // *Культура народов Причерноморья*. – №82. – Июнь 2006. – С. 78 – 81.
11. Лекция митрополита Смоленского и Калининградского Кирилла в РГГУ в рамках Дней русской политической культуры. /[www.interfax-religion.ru/atheism/?act=document&div=454-69k](http://www.interfax-religion.ru/atheism/?act=document&div=454-69k).