

# От двоичного к четверичному: генезис базового кода машины нового типа

**Андрей Глуховский**

*Аспирант Центра практической философии «Стасис»  
Европейского университета в Санкт-Петербурге,  
ул. Гагаринская, 6/1А, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: glukhovsky.andrew@gmail.com*

## **От двоичного к четверичному: генезис базового кода машины нового типа**

### **Аннотация:**

В статье исследуется проект универсального исчисления Лейбница с целью обоснования значимости перехода от господствующего в современной информатике двоичного кода к четверичному коду, разрабатываемому в коинцидентальной философии. Для этого доказывается тезис о том, что двоичное исчисление в трудах Лейбница является его финальным вариантом универсальной характеристики. Основная цель информатики определяется автором как организация технически опосредованного доступа человека к абсолютному знанию. Это стремление совпадает с важнейшей задачей коинцидентальной философии по запуску машины нового типа, описанной Йозефом Реевым как абсолютной, трансформирующей основания самой действительности. Такая машина призвана заменить современный двоичный компьютер, а ее запуск требует совместной работы философов и инженеров. Философский вклад заключается в переориентации развития информатики

**От двоичного к четверичному:  
генезис базового кода машины нового типа**

на создание компьютера, использующего четверичное исчисление для вычисления и трансформации сущностей вещей. Поэтому в статье демонстрируется, что работы Лейбница, впервые упомянувшего двоичное исчисление в 1679 году, уже содержат в себе основания для перехода к четверичному исчислению. Этот переход может привести к созданию машины нового типа, обеспечивающей доступ к абсолютному знанию и управление им. Таким образом, в статье утверждается, что четверичный код впервые в полной мере реализует проект универсального исчисления Лейбница.

**Ключевые слова:**

Готфрид Вильгельм Лейбниц, универсальная характеристика, двоичное исчисление, двоичный код, слепое познание, монада, коинцидентальная философия, машина нового типа, абсолютная машина, четверичный код, информатика

С момента своего возникновения информатика развивается в направлении создания универсального вычислительного устройства, способного осуществлять непрерывное производство научного знания (см.: Дрейфус 1978; Буркхардт 2021). Информатика в этом устремлении частично совпадает с основной задачей коинцидентальной философии — недавно возникшего философского направления, разработанного Йозлем Регевым (см.: Регев 2015; Регев 2016; Регев 2021). Эту задачу можно кратко сформулировать как запуск машины нового типа, которую Регев противопоставляет уже имеющимся двум типам машин и формулирует ее основную характеристику:

В противоположность карбоново-энергетическим машинам, передвигающим тела, но оставляющим без изменения сознание (или изменяющим его лишь опосредованно, через перемещение тел), и силиконово-информационным машинам, изменяющим сознание, но не влияющим на тела (или влияющим опосредованно, через изменение сознания), эта новая машина является абсолютной. Она трансформирует основания ситуации в целом (Регев 2021: 63).

Машина нового типа призвана заменить собой современный двоичный компьютер, поскольку на данный момент именно он

выполняет роль универсального вычислительного устройства. По мысли Регева, базовым кодом такой машины является четверичное исчисление (Регев 2021: 85). Поэтому для коинцидентальной философии одним из важнейших шагов, совершаемых по направлению к запуску машины нового типа, является обоснование необходимости перехода от двоичного исчисления, господствующего в современной информатике, к четверичному, что, при выполнении прочих условий, приведет к достижению и основной цели информатики. Подходящие для этой задачи ресурсы обнаруживаются уже в трудах первого разработчика двоичного исчисления — Готфрида Вильгельма Лейбница. Необходимость ориентироваться именно на тексты Лейбница при исследовании генезиса базового кода машины нового типа обосновывается тем, что в них содержится наиболее целостное описание принципов работы и двоичного исчисления, трансформация которого и приводит к появлению четверичного кода (Регев 2021: 84) и основанного на нем вычислительного устройства. На значимость вклада Лейбница в развитие информационных технологий указывает Умберто Эко:

Лейбниц определенно предвосхищает на полтора века математическую логику Джорджа Буля, но он предвосхищает также и настоящий компьютерный язык, не тот, на котором говорим мы внутри программы, набирая на клавиатуре вопрос и читая на мониторе ответ машины, но язык, на котором программист отдает компьютеру команды, и язык, на котором компьютер «думает», «не зная», что означают команды, которые он получает и обрабатывает в чисто бинарных терминах (Эко 2007: 293).

Также о большом влиянии Лейбница на кибернетику и информатику пишет американский математик Норберт Винер: «Если бы мне пришлось выбирать в анналах истории наук святого — покровителя кибернетики, то я выбрал бы Лейбница. <...> в *calculus ratiocinator* Лейбница содержится в зародыше *machina ratiatrix* — думающая машина» (Винер 1958: 24–25).

Впервые Лейбниц упоминает двоичное исчисление в работе «О двоичной прогрессии» в 1679 году, но наиболее полно развивает его только в нескольких письмах к христианскому миссионеру в Китае Иохиму Буве и в других текстах в период с 1701 по 1703 год. В одном из писем Лейбниц утверждает, что он вынашивал эту идею в течение 20 лет. Если обратиться к хронологии

публикаций его работ, то оказывается, что он начал продумывать двоичное исчисление сразу после написания первых работ про универсальную характеристику — искусство создания и использования специальных знаков, называемых Лейбницем «характерами», которые наглядно выражают сущность обозначаемых ими вещей. Лейбниц определяет универсальную характеристику как «самое экономичное употребление человеческого разума с помощью символов и знаков» (Лейбниц 1984: 497). В этот же период он сформировал свои взгляды на метафизику, которые описал в «Рассуждениях о метафизике», опубликованных в 1685 году. Неудачные попытки создания универсальной характеристики на раннем этапе творчества Лейбница и разработанный им проект метафизики оказали прямое влияние на окончательный вид его универсальной характеристики, а именно — двоичного исчисления.

### **Двоичное исчисление как итоговый вариант универсальной характеристики Лейбница**

С ранних этапов своего творчества Лейбниц стремился создать универсальную систему исчисления, которая бы давала человеку инструменты для построения строгих и последовательных рассуждений. Об этом свидетельствует докторская диссертация Лейбница «О комбинаторном искусстве», написанная им в 1666 году в двадцатилетнем возрасте. По словам Эко, в своей “Dissertatio” Лейбниц «закладывает теоретические основы универсальной характеристики» (Эко 2007: 280). В диссертации прослеживается, что проект универсального исчисления Лейбница был вдохновлен работами средневекового философа Раймунда Луллия. Согласно Эко, проект Луллия задуман как «система совершенного философского языка, посредством которого можно добиться обращения неверных» (Там же: 61). Луллий не претендовал на то, чтобы его универсальная математическая комбинаторика была способна открывать новые истины. Лейбниц же не ограничивается поиском инструмента доказательства уже имеющихся положений. Помимо этого его «интересует логика изобретений (§ 62), когда комбинаторная игра порождает предложения, еще неизвестные» (Там же: 280). То есть универсальное исчисление Лейбница с самого начала задумано как инструмент для продвижения в познании универсума и открытия новых истин, а не только как универсальный язык.

Лейбниц считал, что обыденный язык не может служить делу исчисления, так как он полон бесчисленных синонимов и в нем невозможно однозначно определить связи между понятиями (Лейбниц 1984: 502). Для поиска новых способов работы с элементами естественного языка Лейбниц обратился к математике, так как считал, что только у нее есть свойства, необходимые универсальному исчислению. Важнейшей особенностью математики, которой недостает естественному языку, является то, что в ней «ошибка ума есть то же самое, что ошибка счета» (Там же: 502). Лейбниц хотел разработать универсальный способ сведения любого рассуждения к комбинациям арифметических операций, то есть к вычислению. Следующая цитата демонстрирует общий смысл его замысла:

Некое новое замечательное исчисление, которое имеет отношение ко всем нашим рассуждениям и которое строится не менее строго, чем арифметика или алгебра. С его применением могут быть навсегда покончены споры, поскольку они разрешимы на основе данных; и стоит только взяться за перья, как уже будет достаточно, чтобы двое спорящих, отбросив словопрения, сказали друг другу: давайте посчитаем! (Там же: 444–445).

Заложенная в основу математики аксиоматика и строго определенные правила регулируют любое возможное действие внутри системы исчисления, сводя до минимума двусмысленности и неточности. Универсальный язык также должен быть формализован при помощи заданных правил и способов построения рассуждения. Основным положением универсального языка, обеспечивающим возможность количественно исчислять качественные понятия, являлось убеждение Лейбница в том, что «нет ничего такого, что не допускало бы выражения через число» (Там же: 412). Каждому понятию языка может быть назначено определенное характерное число, которое в общей системе исчисления давало бы возможность производить арифметические операции над понятиями. Идею присвоения каждому понятию своего характерного числа обуславливает особенное понимание Лейбницем природы числа вообще. В нескольких его работах обнаруживается объединение двух противоположных статусов числа. Например, в своей первой диссертации «О принципе индивидуации», написанной в Лейпцигском университете под руководством Якоба Томазия в 1663 году, Лейбниц наделяет число онтологическим статусом:

Сущности вещей — как бы числа.

Сущности вещей вечны лишь постольку, поскольку они в Боге  
(цит. по: Ягодинский 2007: 19).

Числа являются для Лейбница вечными сущностями вещей, которые так же находятся и в Боге. То есть для Лейбница числа обладают самостоятельным существованием, что свидетельствует о его приверженности традиции реализма в этом вопросе. Этот факт также подтверждается в более позднем письме Лейбница, написанном в 1704 году и опубликованном Адольфом Тренделенбургом в журнале “Historische Beiträge zur Philosophie” в 1855 году. В этом письме Лейбниц повторяет мысль о том, что числа являются сущностями вещей, добавляя также, что они не создаются богом, а совпадают с ним (см.: Trendelenburg 1855: 190). Итальянский философ Паоло Росси также отмечает, что в письме 1704 года демонстрируется представление об универсуме, в котором математика становится инструментом проникновения в тайные характеристики мира (см.: Rossi 1960: 256). Еще одним подтверждением убежденности Лейбница в том, что число является наиболее подходящим элементом для универсального исчисления, является следующая его фраза: «Не существует ничего более удобного и легкого, ничего более доступного человеческому уму, нежели числа» (Лейбниц 1984: 447). Такое понимание числа позволяет Лейбницу поместить его в основу природы и утверждать, что мир и все вещи в нем поддаются исчислению. То есть исчисление является универсальным только тогда, когда оно обладает доступом к сущности самих вещей и используется человеком не как искусственный язык, а как инструмент открытия новых истин и просчета самой реальности. Мартин Хайдеггер также указывает на онтологический и божественный статус счета в проекте универсального исчисления Лейбница:

В 1677 году (в возрасте тридцати одного года) Лейбниц пишет диалог о *Lingua rationalis*, т.е. о вычислении, о том роде учета, который должен быть в состоянии сделать подсчет отношения между словом, числом и вещью вообще для всего, что есть. <...> В одном из рукописных примечаний на полях к этому диалогу Лейбниц замечает: *Cum Deus calculat fit mundus*. «Когда Бог считает, возникает мир» (Хайдеггер 1999: 171–172).

Для полноты картины следует добавить к этой цитате следующее утверждение гонконгского философа Юка Хуэя: «Известно,

что, по Лейбницу, мышление — это вычисление, аналогичное символическим операциям и в значительной части на них опирающееся». (Хуэй 2020: 165). Оба автора согласны в том, что для Лейбница мышление-счет бога и мышление-счет человека отличаются друг от друга тем, что счет бога приводит к возникновению мира. Поэтому можно сделать вывод о том, что элементы и правила универсального счета не доступны человеку в полной мере. Лейбниц понимает, что человек не способен обнаружить исчисление, которое работает напрямую с числами, составляющими сущность вещей, — теми, которые он называет характерными числами. Поэтому при реализации универсальной характеристики он указывает на то, что числа, выражающие вещи, берутся произвольно (см., например: Лейбниц 1984: 539). Лейбниц не продумывает правил, которые бы с точностью определяли соответствие между вещью и ее характерным числом. Вместо этого он экспериментирует с комбинированием чисел по сугубо формальным правилам, которые допускают несколько равнозначных вариантов характерных чисел вещи. Операция произвольного назначения чисел вещам и понятиям свидетельствует о втором понимании Лейбницем природы чисел, согласно которому они находятся только в уме и не обладают собственным существованием. У такого подхода есть определенное преимущество перед первым, так как в его рамках открывается возможность работать с числами любыми доступными способами. Именно поэтому Лейбниц оказался способен разработать новый тип математического исчисления, именуемый дифференциальным исчислением. Оно открывает возможность работать с бесконечно малыми и бесконечно большими величинами. Новизна метода Лейбница заключалась в том, что он предоставляет возможность конечному разуму человека работать с бесконечностью при помощи специальных символов.

Двойственное отношение Лейбница к числу открывает дорогу для математизации мира, так как разрешает разрабатывать различные математические средства исчисления, способные работать с актуальными бесконечностями. Колебание между двумя противоположными определениями числа задает двойственный статус также и самому универсальному исчислению. Оно, с одной стороны, является искусственным логическим исчислением, которое призвано упорядочить мысли и упростить процессы доказательства, а также устранять несовершенства естественного языка. С другой стороны, опора универсальной характеристики на онтологический статус числа свидетельству-

ет о том, что она должна соответствовать божественному способу мыслить мир.

Формально-логическая составляющая универсального исчисления обобщается Лейбницем следующим образом: «Можно придумать некий алфавит человеческих мыслей, и с помощью комбинации букв этого алфавита и анализа слов, из них составленных, все может быть открыто и разрешено» (Лейбниц 1984: 414). Эта цитата свидетельствует о том, что Лейбниц вкладывает в понятие универсального исчисления идеи об искусстве комбинаторики, развиваемые им в его “Dissertatio”. Эко также отмечает, что «призрак комбинаторики» преследовал Лейбница всю жизнь (Эко 2007: 278). Понимание универсального исчисления Лейбница как искусственного логико-математического языка господствует в традиции изучения наследия Лейбница (Lewis 1918; Hintikka 1997; Маковельский 2004; Коэн, Нагель 2010; Ламберов, Козьякова 2017). В противоположность такому пониманию универсальная характеристика обозначается некоторыми исследователями именно как попытка Лейбница создать исчисление, которое было бы максимально приближено к мышлению Бога и при этом доступно человеку (Rossi 1960; Йейтс 1997; Осминская 2011; Малышкин 2011; Журавлёва 2012). Френсис Йейтс так описывает эту составляющую проекта Лейбница:

Во введении к “Arsana” его энциклопедии утверждается, что основана будет всеобщая наука, новая логика, новый метод, *Ars Reminiscendi*, или Мнемоника, *Ars Characteristica*, или Символика, *Ars Combinatoria*, или Луллиана, Каббала мудрости, Натуральная магия, короче, все науки будут содержаться в ней, как в океане (Йейтс 1997: 474).

Подтверждение приведенной цитаты Йейтс можно обнаружить в работах самого Лейбница. Например, описывая историю идеи универсальной характеристики, он пишет:

Давно было сказано, что Бог устроил все согласно весу, мере и числу. Но есть такие вещи, которые нельзя взвесить, т.е. которые не обладают никакой силой и потенцией; есть и такие, которые не имеют частей и поэтому не допускают измерения. А ведь нет ничего такого, что не допускало бы выражения через число. Следовательно, число есть как бы метафизическая фигура, а арифметика является своего рода статикой универсума, посредством которой исследуются потенции вещей (Лейбниц 1984: 412).

Таким образом, становится понятно, что Лейбниц стремился осуществить масштабный проект, в котором бы гармонично сочетались и дополняли друг друга логика и мистика, символическое исчисление и магия, математика и каббала. То есть универсальное исчисление Лейбница включает в себя две противоположные силы, которые вступают друг с другом в конфликт. Удержание двойственного статуса числа и самой универсальной характеристики позволяет Лейбницу задумать и описать парадоксальную универсальную систему, которая обладает онтологическим и божественным статусом, то есть способна исчислять универсум по числам, заложенным в сущность вещей, и при этом доступна человеку как формальный логический язык. Система Лейбница, таким образом, претендует на то, чтобы обеспечивать человеку доступ к абсолюту.

Переходя к практической реализации универсальной характеристики, Лейбниц сосредотачивается преимущественно на формально-логической ее стороне, не уделяя при этом внимания вопросу определения сущностных чисел самих вещей. В первом варианте универсальной характеристики Лейбниц предлагает единственное правило назначения термину его характерного числа: «чтобы термину, составленному из каких-либо других терминов, соответствовало число, образованное из чисел этих терминов, умноженных друг на друга» (Там же: 506). Здесь Лейбниц говорит о терминах, которые он определяет как субъект или предикат категорического предложения. То есть универсальная характеристика Лейбница с самого начала своего технического воплощения теряет пафос притязания на доступ к реальным числовым сущностям вещей, подменяя его на разработку искусственного логического исчисления терминов:

Для введения универсального исчисления необходимо придумать для каждого термина характеристический знак, так чтобы из последующей связи знаков сразу же можно было бы установить истинность предложений, построенных из этих терминов. Наиболее удобными знаками я считаю числа. С ними очень легко обращаться, они могут быть применены к любым вещам и отличаются точностью (Там же: 514).

Частый пример Лейбница, демонстрирующий механизм работы его исчисления, гласит, что если термин «животное» выражается через число 2, а термин «разумное» через число 3,

то термину «человек» будет соответствовать произведение 2 и 3, то есть 6, так как понятие термина «человек» состоит из понятий терминов «животное» и «разумное».

Во втором варианте универсальной характеристики Лейбниц предлагает назначать каждому термину уже не одно число, а комбинацию из двух чисел, каждое из которых отмечено либо знаком плюс (+), либо знаком минус (-), например +20, -21. Назначая характерные числа такого вида терминам, необходимо, «чтобы два числа одного и того же термина не имели общего делителя» (Там же: 539). Лейбниц вводит такой вид характерных чисел для того, чтобы обеспечить возможность применять их к построению предложений и силлогизмов. Третий вариант характеристики отличается от двух первых тем, что в нем терминам не приписывается какое-либо число. Вместо конкретных терминов Лейбниц использует буквы латинского алфавита и прорабатывает различные варианты связей между ними, обозначая каждый из них специальными значками. Например, « $A \infty B$  означает, что A и B тождественны или совпадают» (Там же: 632). Все три варианта универсальной характеристики не были разработаны Лейбницем в большом объеме. Каждый раз он формулировал только базовые правила, которые в дальнейшем должны были стать ядром обширной системы исчисления и созданной на ее основе энциклопедии универсума.

Краткие описания трех вариантов универсальной характеристики позволяют сделать вывод о том, что устремление Лейбница к строгой логической формализации приводит к принципиальной неосуществимости проекта универсального исчисления. Немецкий философ не продумывает то, каким образом число лежит в основе природы и мышления, а вместо этого понимает число только как элемент десятичной системы счисления. То есть главная проблема первых вариантов универсальной характеристики заключается в отсутствии базового принципа, необходимого для успешного функционирования системы исчисления. Первые варианты универсального исчисления не были согласованы с правилами функционирования гармоничного механизма мира и поэтому оказались неадекватными его основной цели. В «Рассуждениях о метафизике» Лейбниц описывает эти правила, тем самым подготавливая почву для разработки новой версии универсального исчисления. Одной из основных идей метафизики Лейбница является утверждение блаженства в качестве главной цели мироздания. Лейбниц приписывает стремление к общему блаженству Богу, тем самым возводя это стремление в ранг все-

общих законов: «Не следует сомневаться в том, что блаженство духов составляет главную цель Бога и что он осуществляет его, насколько это допускает всеобщая гармония» (Лейбниц 1982: 129). В этой цитате также объяснено, почему Бог не может сразу осуществить главную цель мира и установить всеобщее блаженство. Так как блаженство — это максимальное познание Бога, а конечный ум человека неспособен окончательно познать его и «те основания, которые смогли побудить его выбрать именно этот порядок универсума» (Там же: 128), то и полное блаженство оказывается недостижимым для человека. Поэтому основным законом мироздания является именно стремление к блаженству, то есть непрекращающееся познание Бога. Промежуточные этапы в стремлении к блаженству, то есть нахождение связей в гармоничном мире, вознаграждаются удовольствием. Человек стремится и к блаженству, и к удовольствию, поэтому ему необходимо постоянно совершенствовать свое познание и расширять его возможности. Обращение мышления напрямую к Богу не принесет много результатов, поэтому Лейбниц говорит о том, что продвигаться к познанию Бога нужно через познание сотворенного им мира, ведь «только рассматривая произведения, можно обнаружить того, кто их создал, и, значит, произведения эти должны нести на себе его характер» (Там же: 126). Именно для этого и нужна универсальная характеристика, так как с ней «род человеческий обретет своего рода новый “органон”, который значительно сильнее будет содействовать могуществу духа, чем оптические стекла содействовали силе глаз» (Лейбниц 1984: 416). То есть универсальная характеристика должна стать наиболее эффективным средством достижения удовольствия, так как она позволит обнаруживать новые связи и продвигаться на пути познания Бога.

Убежденность Лейбница в принципиальной неосуществимости исчерпывающего познания Бога приводит его к ситуации неопределенности границ человеческого познания и возможностей универсальной характеристики. Делёз называет эту ситуацию одной из лейбницианских проблем и формулирует ее следующим образом: «невозможно узнать, каковы Божественные основания и как Бог применяет их в каждом случае, — но можно показать, что таковые есть, и обнаружить их принцип» (Делёз 1997: 104). Именно это необходимо для разработки универсального исчисления: совпадение его основного принципа с основным принципом сотворения мира Богом. Только в таком случае универсальное исчисление может обрести доступ

к числам, составляющим сущности всех вещей и универсума в целом. Этот принцип Лейбниц не учитывает при разработке трех своих вариантов универсальной характеристики, сводя ее к искусственному логическому исчислению, в котором характерные числа терминов берутся произвольно.

В общих чертах Лейбниц выражает этот божественный принцип в следующих словах: «Бог есть абсолютно Совершенное Существо» (Лейбниц 1982: 125). Поэтому систему исчисления Лейбница можно развить, утвердив в качестве ее основы принцип совершенства. Только таким образом можно претендовать на то, что универсальное исчисление окажется способно отыскивать действительные связи вещей с их сущностными числами. Принцип совершенства будет гарантировать, что характеристические числа вещей взяты не в случайном порядке, а в соответствии с их реально существующими связями. Чтобы воплотить проект универсального исчисления, необходимо утверждать возможность обретения человеком способности к божественному счету. В противном случае универсальное исчисление превращается в искусственную конструкцию, в которой числа приписываются понятиям произвольным способом.

Лейбниц определяет совершенство как то, что может восприниматься в своей высшей степени (см.: Там же). В соответствии с этим определением, число утрачивает статус совершенного, поскольку наличие наибольшего числа предполагает логическое противоречие, учитывая бесконечность числового ряда. (см.: Там же). Здесь может показаться, что Лейбниц отходит от убеждения в том, что число лежит в основе универсальной характеристики. С одной стороны, так и есть, ведь в третьем варианте универсальной характеристики, который был описан уже после «Рассуждений», числа не используются. С другой же стороны, в письме, датированном 1704 годом, Лейбниц повторяет идею о том, что числа являются сущностями вещей. Такая ситуация говорит о том, что числа, которые лежат в основе вещей, отличаются от чисел, которые используются человеком, то есть от чисел десятичной системы счисления. Поэтому необходимо отыскать новые правила построения универсальной характеристики, основанные на принципе совершенства. А для этого надо понять, каким способом функционируют числа, которые составляют сущности вещей и универсума.

В своем эссе «Размышления о познании, истине и идеях», опубликованном в 1684 году, Лейбниц определяет наиболее совершенное познание как то, которое одновременно адекватно

и интуитивно (см.: Лейбниц 1984: 101). Адекватное познание имеет место тогда, когда анализ понятия может быть доведен до конца, то есть если имеется ясное и отчетливое знание обо всем, что входит в понятие. Интуитивное познание же означает, что все адекватное знание о понятии представляется одновременно. Для функционирования такого познания требуется, чтобы все признаки исследуемого предмета были познаны ясно, отчетливо и адекватно, и при этом все они удерживались в разуме на всем протяжении рассмотрения предмета. Объединяя размышления Лейбница о совершенстве и интуитивном познании, можно сделать вывод о том, что последнее мыслимо как совершенное, так как непротиворечивым является интуитивное знание всего универсума. Таким образом, совершенное универсальное исчисление должно быть совершенным именно в этом смысле, то есть быть ясным, отчетливым, адекватным и интуитивным. Но тогда универсальное исчисление ограничивается в применении, так как «если понятие очень сложно, то мы одновременно не можем представить себе всех входящих в него понятий» (Там же: 103). То есть совершенное познание в такой перспективе доступно только Богу. Избежать такого ограничения и создать совершенное универсальное исчисление, доступное человеку, можно при помощи объединения интуитивного и символического типов познания.

Символическое, или слепое, познание для Лейбница находится на втором месте по степени совершенства после интуитивного, так как оно также является ясным, отчетливым и адекватным. В отличие от интуитивного познания, символическое не требует одновременного удержания всех признаков предмета, так как в нем возможно выражение понятий посредством знаков или чисел. Лейбниц приводит пример с тысячеугольником, при мышлении которого не обязательно удерживать представление о природе стороны или числа 1000. Символическое познание позволяет осуществлять точное и последовательное рассуждение при помощи символов, значение которых не всегда представляется ясно и отчетливо. В другом тексте Лейбниц придает символическому познанию немного большую значимость, так как утверждает следующее: «Всякое человеческое рассуждение совершенствуется применением некоторого рода знаков, или характеров. Ибо не только сами вещи, но даже и идеи вещей нельзя, да и нет нужды постоянно отчетливо обозревать умом, а поэтому, ради краткости, для их выражения употребляются знаки» (Там же: 501).

То есть использование характеров способствует увеличению степени совершенства любого рассуждения. Из этого следует, что в интуитивном познании возможно употребление символов, так как они упрощают форму рассуждения. При этом символы должны быть адекватными вещам или их идеям. Подходящими символами для такой задачи являются числа, так как они одновременно являются сущностями вещей и наиболее удобными для осуществления исчисления. Только эти числа отличаются от чисел десятичной системы. Привычные числа не способны полностью заменить рассуждение, так как они произвольно назначаются вещам. Универсальная характеристика же по замыслу Лейбница должна именно заменять собою рассуждение, на что указывают Кутюра и Эко (Couturat 1901: 101; Эко 2016: 48). Чтобы заменить собой рассуждение, универсальное исчисление должно объединять в себе символическое и интуитивное познание. Для этого ему необходимо иметь доступ к числам, которые одновременно являются и символами, и сущностями вещей. Этим требованиям, по задумке Лейбница, соответствует двоичное исчисление. На то, что двоичное исчисление является способом слепого познания, указывает также и Эко:

Перед нами снова прославление слепого познания, взгляд на синтаксическую форму как на средство постижения истины. Эти единицы и нули на самом деле — слепые символы, их синтаксис работает и позволяет совершать открытия прежде, чем какое-либо значение будет придано цепочкам, которые из них получают (Эко 2007: 293).

Комбинации нулей и единиц свободны от каких-либо предустановленных значений, и поэтому являются чисто формальным способом исчисления. При этом двоичное исчисление не требует произвольной привязки чисел к понятиям или вещам, потому что эта связь уже осуществлена заранее. Числа, которые составляют сущность вещей, — это двоичные числа. Божественный счет — это именно двоичный счет, а универсум представляет собой множество комбинаций нулей и единиц. Двоичная система исчисления является воплощением двойственного понимания числа, а также объединением символического и интуитивного познания. Она также совпадает с принципом возникновения мира из ничто, о чем Лейбниц пишет в письме Буве от 18 мая 1703 года:

Однако вернемся к двоичному исчислению, при котором можно ограничиться лишь ничто (*rien*) и единицей. Вы вполне оценили одно из главных, полезных для веры, его применений, состоящее в том, что в нем заключен замечательный символ творения, иначе говоря, возникновение всех вещей от одного Бога и из ничего, без какого-либо предсуществования материи (Лейбниц 2005: 171).

Таким образом, Лейбниц отыскивает доступ к числам, имеющим онтологический статус, так как выражение их при помощи двоичного исчисления позволило определить основной принцип их образования, который совпал с принципом творения Богом мира из ничего. Двоичная система поэтому выступает в философии Лейбница окончательным кандидатом на роль универсальной характеристики. Но она осталась только в качестве кандидата, так как сам Лейбниц не успел воплотить свои замыслы. Отметив грандиозность этой задачи, Лейбниц предсказывал, что двоичное исчисление будет реализовано только будущими поколениями. Это предсказание оказалось правдивым, так как сегодня большинство ЭВМ работают на принципе двоичного исчисления, а именно на различии между 0 и 1, на что также указывает Михаил Куртов:

На деле основой функционирования ЭВМ является не число и не цифра, а чистое различие между 1 и 0, между бытием и ничто, между тварностью и нетварностью, выражаемое в машине при помощи электрического разряда и его отсутствия. Именно такой, философско-теологический смысл вкладывал Лейбниц в изобретенную им систему двоичного исчисления (Куртов 2014: 8).

Двоичное исчисление Лейбница — это финальный вариант универсальной характеристики, обладающий двойственным статусом. С одной стороны, оно есть абстрактный логический способ кодировки любой информации. С другой стороны, оно отображает творение Богом мира из ничего и, соответственно, претендует на обеспечение человека доступом к абсолютному знанию о каждой конкретной ситуации. Двоичное исчисление в трудах Лейбница только начинает свое развитие. Оно еще не включено в формальную систему, а является именно базовым кодом, вокруг которого затем должны быть выстроены элементы и протоколы, определяющие способы его использования и применения. Лейбниц и сам отмечает, что

его изобретению только предстоит развиваться в универсальный инструмент познания. И перед тем как стать основой современной электронно-вычислительной техники, двоичный код претерпел трансформацию, не затрагивающую основной принцип его функционирования, но развивающую его в формализованный способ вычисления миров и ситуаций (см.: Пасквинелли 2024).

## Четверичное исчисление как финальный вариант двоичного исчисления

В коинцидентальной философии обнаруживаются и проясняются базисные элементы исчисления нового типа: соединение и разъединение двух радикально противоположных жестов, *минимального проникновения и максимального прилегания* (см.: Регев 2021). Эти концепты описывают баланс между разделенностью и связанностью. Минимальное проникновение — это максимальная разделенность при сохранении связи, или минимальная связанность, а максимальное прилегание — это максимальная связанность в условиях разделенности, или минимальная разъединенность (см. Регев 2015). Их жестовая природа объясняется тем, что они проявляются в виде динамических действий, таких как вхождение и выходжение, смыкание и размыкание:

Минимум связанности и минимум бессвязности — это точки предела, регулирующие функционирование этих образований и существующие лишь в подобном функционировании: точки минимальной внутренности и минимальной внешности, или минимального проникновения и максимального прилегания. Эти точки даны лишь в их постоянном прохождении, причем, пространство этого прохождения вторично по отношению к тому жесту или движению, которое в нем осуществляется: «внутри» и «снаружи» существуют лишь по отношению к жестам вхождения и выходжения или смыкания и размыкания, как буферные зоны их торможения или как инерционный осадок, образующийся в точках поворота; а минимальное проникновение и максимальное прилегание являются пластической сущностью, находящейся в центре этих жестов и детерминирующей их как разделенные и несовместимые (Там же: 21).

Машина нового типа — это товарищеские отношения человека с техникой, их общий труд по нарезанию и сшиванию миров.

Объединяющим полем для такой совместной деятельности является жестовый уровень существования и человека, и техники, базовыми конституирующими элементами которого и выступают минимальное проникновение и максимальное прилегание. Определяющее значение этих жестов для запуска машины нового типа косвенно подтверждается уже в проекте универсальной характеристики Лейбница. В мире Лейбница все связано со всем, что и является воплощением движения максимального прилегания: весь универсум наполнен, а «пустоты в пространстве и времени не существует» (Лейбниц 1982: 262). Каждая вещь в таком мире максимально связана со всем универсумом, причем такая абсолютная подключенность имеет онтологический статус. Универсальная система исчисления поэтому должна быть максимально применима ко всем вещам и связям между ними. Божественный счет укладывает вещи, каждая из которых стремится к существованию, в лучший из возможных миров, ограниченный правилами возможности и невозможности вещей (Там же: 35). Лучший из возможных миров вмещает в себя наибольшее возможное количество сущностей, но из-за принципов несовместимости некоторых вещей друг с другом многие из них остаются только в потенциальности, не обретая актуального существования. Это и есть требование Лейбница: «вмещение наибольшего содержания в наименьший объем», которое предлагается также и к универсальной характеристике (см.: Лейбниц 1982: 129). Бог знает принципы возможности вещей: он может соединить наибольшее количество сущностей вместе (см.: Там же: 126–127). Описывая эту идею, Регев указывает, что «речь идет не о логической невозможности, а о некотором особом поле, где действуют законы своего рода укладываемости и неукладываемости, сочетаемости и несочетаемости» (Регев 2021: 69). Вещи сцепляются друг с другом в лучшем из миров, причем таким образом, чтобы не существовало пустоты. И поскольку вещи между собой соединяются, то до возникновения мира они разъединены. При помощи универсальной характеристики, в таком случае, также должна быть возможность вычислять эти принципы соединенности и разъединенности вещей. Двоичное исчисление действительно отвечает требованию минимального объема, так как состоит из двух базовых элементов мира: все и ничто. Двоичный код, реализованный как соединение и разъединение транзисторов в процессоре современного компьютера, также соответствует минимальной форме, на что косвенно указывает и Регев:

**От двоичного к четверичному:  
генезис базового кода машины нового типа**

Основа для универсальной характеристики, для букв и слов, позволяющих читать и переписывать миры и их сцепления, не может быть ничем иным, кроме базисного факта соединенности или разъединенности. Однако этот двоичный код остается чрезмерно абстрактным, не задавая базисным кантовским вопросом о том, как возможно соединение разъединенного (то есть синтез) (Там же: 84).

Бинарный код сцепления и расцепления является минимумом всякого исчисления. Соединение и разъединение берутся в таком исчислении только как базисные факты, но не демонстрируются принципы, по которым они осуществляются. Причина этой проблемы заключается в том, что двоичный код оказывается чрезмерно абстрактным и логически упрощенным. Исправить это можно, повысив степень конкретности, то есть увеличив количество элементов базового исчисления. Именно здесь обнаруживается колоссальная полезность жестов минимального проникновения и максимального прилегания:

Соединение разделенного возможно либо как сохранение максимума соединенности в условиях разделения, либо как сохранение максимума разделенности в условиях соединения, то есть либо как минимальное проникновение, либо как максимальное прилегание (Там же: 84).

Простой факт соединенности и разъединенности, на котором базируется двоичное исчисление, заменяется на конкретизированное знание о том, что соединение-вместе-разделенного может осуществляться двумя способами. Таким образом, двоичное исчисление может быть трансформировано в четверичное. Отличительной особенностью коинцидентального способа преодоления двоичного исчисления является балансирование между двоичным и множественным: именно четверичный код оказывается в достаточной степени абстрактным для формализации и универсализации, и в то же время он достаточно конкретен для того, чтобы учитывать различные способы удержания-вместе-разделенного.

Реgev обозначает соединение/разъединение в модусе минимального проникновения как МнПро+ и МнПро-, а соединение/разъединение в модусе максимального прилегания как МксПрл+ и МксПрл-. Таким образом, четверичный код состоит из этих четырех базовых элементов: МнПро+, МнПро-, МксПрл+ и МксПрл- (Рис. 1).

	Соединение	Разъединение
МнПро	МнПро-	МнПро+
МксПрл	МксПрл-	МксПрл+

Рис. 1. Соединение и разъединение в модусах минимального проникновения и максимального прилегания

Так как минимальное проникновение и максимальное прилегание — «это динамические атомы, из которых строятся миры и ситуации» (Реgev 2015: 34), то четверичный код оказывается одновременно дискретным и континуальным. Его движение — это чередующееся постоянство, так как элементы в нем никогда полностью не соединяются и не разъединяются, но при этом удерживаются вместе и успешно функционируют в качестве универсального исчисления: «Любая ситуация может быть описана с помощью цепочки кода из этих четырех базисных элементов, составляющих своего рода тетраграмматон исчисления миров» (Реgev 2021: 85). Минимальное проникновение и максимальное прилегание не могут быть полностью соединены или разъединены, а значит, переход между ними не может осуществляться ни как непрерывное движение, ни как перескакивание. Эту проблему невозможности определения качества (непрерывное или скачкообразное) перехода между двумя состояниями стремился решить и Лейбниц, указывая на то, что «само движение отнюдь не исчерпывается видимостью, а заключает в себе некие метафизические таинства, проистекающие от духовной природы» (Лейбниц 1984: 266). Российский математик Галина Синкевич, описывая это рассуждение Лейбница, делает вывод о том, что, «пытаясь объяснить непрерывность движения, Лейбниц приходит к необходимости ввести чередование покоя и скачков» (Синкевич 2016: 51). Это чередование не отдельных элементов, так как ни покоя, ни скачков нет в природе самих по себе. Такое непрерывное чередование можно обосновать материалистически, продемонстрировав базовые принципы соединения и разъединения, то есть способы удержания вместе разделенного, которые и составляют основу функционирования четверичного кода. Два элемента и соединены, и разъединены одновременно. В четверичном исчислении учитывается этот факт, в результате чего открывается возможность формализовать различные типы соединения и разъединения. Современный двоичный процессор не способен реализовать четверичное исчисление, так как он

не предполагает возможность вычислять одновременно дискретно и континуально. Для осуществления такого вычисления требуется объединение цифрового и аналогового вычислительных устройств. Эта задача не может быть решена только в философии, так как она требует серьезной инженерной работы. Тем не менее философия способна сформулировать запрос на производство процессора нового типа и описать базовые принципы его функционирования.

Таким образом, четверичное исчисление, разработанное в коинцидентальной философии, действительно реализует идею Лейбница об универсальной характеристике. В нем впервые достигается оптимальный баланс абстрактности и конкретности, необходимый для исчисления бесконечного мира посредством ограниченного количества символов. В результате этого исключаются некоторые возможности универсального исчисления. Так, четверичное исчисление теряет свое притязание на интуитивное удержание всего универсума в одном акте вычисления. Один человек не может обрести божественные способности просчитывания и трансформации реальности, а основанная на четверичном коде машина нового типа не локализована в качестве конкретного технического устройства. Ее запуск и использование — это коллективный труд многих людей. Поэтому реализация четверичного кода не подразумевает простой замены им двоичного исчисления. Для успешного запуска абсолютного компьютера требуется изменение целого ряда существенных условий, о чем пишет и Регев:

Машина по перенарезке времени потребляет слишком много горючего — в сущности, настолько много, что она не может быть запущена, даже если мы будем обладать самыми подробными ее чертежами. Именно поэтому инженерная составляющая необходима, но недостаточна. Успешное функционирование ти-джей-машины возможно только в условиях нового онто-экономического распределения реальности (Регев 2021: 114).<sup>1</sup>

В то же время понижение степени абстрактности приводит к исчезновению возможности объяснения всего процесса вычисления. Формализация не производится в полном объеме, и чет-

---

<sup>1</sup> В приведенной цитате термины «машина по перенарезке времени» и «ти-джей машина» являются синонимами термина «машина нового типа», используемого в этой статье. (Об особенностях каждого из этих терминов подробнее см.: Регев 2021).

веричный код может казаться нереализуемым, фантастическим проектом. Тем не менее условия возможности для функционирования четверичного компьютера уже описаны, но для его реализации может понадобиться много времени. В связи с этим можно вспомнить предсказание Лейбница по поводу двоичного исчисления, в котором он высказал уверенность, что его проект будет реализован в будущем (см. Лейбниц 2005: 171).

## Библиография

- Буркхардт, Мартин (2021). *Краткая история цифровизации*. Ад Маргинем Пресс; ABCdesign.
- Винер, Норберт (1958). *Кибернетика, или управление и связь в животном и машине*. Советское радио.
- Делёз, Жиль (1997). *Складка. Лейбниц и барокко*. Издательство «Логос».
- Дрейфус, Хьюберт (1978). *Чего не могут вычислительные машины. Критика искусственного разума*. Прогресс.
- Журавлёва, Александра (2012). «Универсальная характеристика в метафизическом проекте Г. В. Лейбница». *Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология*, № 2: 69–79.
- Йейтс, Фрэнсис (1997). *Искусство памяти*. Университетская книга.
- Коэн, Моррис Рафаэль, Нагель, Эрнест (2010). *Введение в логику и научный метод*. Социум.
- Куртов, Михаил (2014). *К теологии кода. Гenezис графического пользовательского интерфейса*. Транслит.
- Ламберов, Лев, Козьякова, Татьяна (2017). «Универсальная характеристика Г. В. Лейбница и перспективные разработки в области оснований математики». *Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология*, № 40: 164–172.
- Лейбниц, Готфрид Вильгельм (1982). *Сочинения*, в 4 т., т. 1. Мысль.
- Лейбниц, Готфрид Вильгельм (1984). *Сочинения*, в 4 т., т. 3. Мысль.
- Лейбниц, Готфрид Вильгельм (2005). *Письма и эссе о китайской философии и двоичной системе исчисления*. Издательство ИФ РАН.
- Маковельский, Александр (2004). *История логики*. Кучково поле.
- Малышкин, Евгений (2011). «Универсальная характеристика Лейбница как мнемонический проект». *Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина*, № 2: 27–36.
- Осминская, Наталия (2011). «Математика и метафизика в “Диссертации о комбинаторном искусстве” Г. В. Лейбница». *Вопросы философии*, № 2: 151–158.
- Пасквинелли, Маттео (2024). *Измерять и навязывать. Социальная история искусственного интеллекта*. Individuum.
- Реgev, Йозель (2015). *Коинциденология: краткий трактат о методе*. Транслит.
- Реgev, Йозель (2016). *Невозможное и совпадение: о революционной ситуации в философии*. Гиле Пресс.
- Реgev, Йозель (2021). *Радикальный ти-джеинг*. Гиле Пресс.
- Синкевич, Галина (2016). *История понятия числа и непрерывности в математическом анализе XVII–XIX вв.* СПб. гос. archit.-строит. ун-т.
- Хайдеггер, Мартин (1999). *Положение об основании*. Алетейя.
- Хуэй, Юк (2020). *Рекурсивность и контингентность*. V-A-C Press.
- Эко, Умберто (2007). *Поиски совершенного языка в европейской культуре*. Александрия.

**От двоичного к четверичному:  
генезис базового кода машины нового типа**

- Эко, Умберто (2016). *От древа к лабиринту. Исторические исследования знака и интерпретации*. Академический проект.
- Ягодинский, Иван (2007). *Философия Лейбница. Процесс образование системы. Первый период: 1659–1672*. Наука.
- Couturat, Louis (1901). *La logique de Leibniz d'après des documents inédits*. Ancienne Librairie Germer-Baillière et Cie
- Hintikka, Jaakko (1997). *Lingua Universalis vs. Calculus Ratiocinator: An Ultimate Presupposition of Twentieth-Century Philosophy*. Kluwer Academic Publishers.
- Lewis, Clarence Irving (1918). *A Survey of Symbolic Logic*. University of California Press.
- Rossi, Paolo (1960). *Clavis universalis. Arti mnemoniche e logica combinatoria da Lullo a Leibniz*. Milan-Naples.
- Trendelenburg, Friedrich Adolf (1855). *Historische Beiträge zur Philosophie*, Vol. II. Bethge.

**Andrei Glukhovskii**

*PhD Candidate;  
“Stasis” Center of Practical Philosophy,  
European University at St Petersburg, Gagarinskaya st., 6/1A,  
St Petersburg, Russia;  
E-mail: glukhovsky.andrew@gmail.com*

***From Binary to Quaternary:  
the Genesis of a New Kind  
of Machine Base Code***

**Abstract**

The article examines Leibniz’s project of universal calculus with a view to establishing the importance of the shift from binary code, which currently dominates modern computer science, to quaternary code, developed in coincidental philosophy. The argument that the binary calculus in Leibniz’s works represents the final version of the universal characteristic is supported by the evidence presented. The primary objective of computer science, as defined by the author, is the organisation of technically mediated human access to absolute knowledge. This endeavour coincides with the most important task of coincidental philosophy, namely the development of a new type of machine, described by Yoel Regev as absolute, which will transform the foundations of reality itself. The construction of such a machine is intended to supersede the modern binary computer. Its deployment will necessitate the collaborative efforts of philosophers and engineers. The philosophical contribution is to reorient the development of computer science toward the creation of a computer that employs quaternary calculus to compute and transform the essences of things. In conclusion, the paper demonstrates that the work of Leibniz, who first mentioned the binary calculus in 1679, and his subsequent publications provide the foundation for a transition to quaternary calculus. This transition could potentially result in the creation of a new kind of machine that provides access to and control over absolute knowledge. The paper therefore proposes that the quaternary code represents a novel and definitive realisation of Leibniz’s universal calculus.

## Keywords

Gottfried Wilhelm von Leibniz, universal characteristic, binary calculus, binary code, blind cognition, monad, coincidental philosophy, new kind of machine, absolute machine, quaternary code, computer science

## References

- Burkhardt, Martin (2021). *Kratkaya istoriya tsifrovizatsii* [A Brief History of Digitalization]. Ad Marginem Press; ABCdesign.
- Cohen, Morris Raphael, Nagel, Ernest (1934). *An Introduction to Logic and Scientific Method*. Simon Publications.
- Couturat, Louis (1901). *La logique de Leibniz d'après des documents inédits* [The Logic of Leibniz from Unpublished Documents]. Ancienne Librairie Germer-Baillière et Cie.
- Deleuze, Gilles (1993). *The Fold: Leibniz and the Baroque*. University of Minnesota Press.
- Dreyfus, Hubert Lederer (1972). *What Computers Can't Do: The Limits of Artificial Intelligence*. Harper & Row.
- Eco, Umberto (1995). *The Search for the Perfect Language*. Blackwell.
- Eco, Umberto (2014). *From the Tree to the Labyrinth: Historical Studies on the Sign and Interpretation*. Harvard University Press.
- Heidegger, Martin (1999). *Polozhenie ob osnovanii* [The Position on the Foundation]. Aleteya.
- Hintikka, Jaakko (1997). *Lingua Universalis vs. Calculus Ratiocinator: An Ultimate Presupposition of Twentieth-Century Philosophy*. Kluwer Academic Publishers.
- Hui, Yuk (2019). *Recursivity and Contingency*. Rowman & Littlefield.
- Kurtov, Michael (2014) *K teologii koda: Genезis graficheskogo pol'zovatel'skogo interfeisa* [On the Theology of Code: The Genesis of Graphical User Interfaces]. Translit.
- Lamberov, Lev, Kozyakova, Tatiana (2017). "Universal'naya kharakteristika G.V. Leibnitsa i perspektivnyye razrabotki v oblasti osnovanii matematiki" [The Universal Characteristic of G.W. Leibniz and Prospective Developments in the Foundations of Mathematics], *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya*, N 40: 164–172.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1982). *Sochineniya v 4 t. T. 1* [Works in 4 Volumes. Vol. 1]. Mysl'.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1984). *Sochineniya v 4 t. T. 3* [Works in 4 Volumes. Vol. 3]. Mysl'.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (2005). *Pis'ma i esse o kitaiskoy filosofii i dvoichnoy sisteme ischisleniya* [Letters and Essays on Chinese Philosophy and the Binary System]. IF RAN.
- Lewis, Clarence Irving (1918). *A Survey of Symbolic Logic*. University of California Press.
- Makovelsky, Alexander (2004). *Istoriya logiki* [History of Logic]. Kuchkovo Pole.
- Malyshkin, Evgeniy (2011). "Universal'naya kharakteristika Leibnitsa kak mnemonicheskii proekt" [The Universal Characteristic of Leibniz as a Mnemonic Project], *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A. S. Pushkina*, N 2: 27–36.
- Osminskaya, Natalia (2011). "Matematika i metafizika v 'Dissertatsii o kombinatornom iskusstve' G.V. Leibnitsa" [Mathematics and Metaphysics in G.W. Leibniz's 'Dissertation on Combinatorial Art'], *Voprosy filosofii*, N 2: 151–158.
- Pasquinelli, Matteo (2023) *The Eye of the Master: A Social History of Artificial Intelligence*. Verso Books.

- Regev, Yoel (2015). *Koinsidentologija: kratkii traktat o metode* [Coincidentology: Short Treatise on the Method]. Translit.
- Regev, Yoel (2021). *Radikal'nyi ti-dzheing* [Radical Tjing]. Hyle Press.
- Rossi, Paolo (1960). *Clavis universalis. Arti mnemoniche e logica combinatoria da Lullo a Leibniz* [Universal Key: Mnemonic Arts and Combinatorial Logic from Lull to Leibniz]. Milan-Naples.
- Sinkevich, Galina (2016). *Istoriya ponyatiya chisla i nepreryvnosti v matematicheskom analyse XVII–XIX vv.* [History of the Concept of Number and Continuity in Mathematical Analysis of the 17th-19th Centuries]. Saint Petersburg State Architectural and Engineering University.
- Trendelenburg, Friedrich Adolf (1855) *Historische Beiträge zur Philosophie, Vol. II* [Historical Contributions to Philosophy, Vol. II]. Bethge.
- Wiener, Norbert (2019). *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. The MIT Press.
- Yagodinsky, Ivan (2007). *Filosofiya Leibnitsa. Protsess obrazovaniya sistemy. Pervyi period: 1659–1672* [The Philosophy of Leibniz. The Formation of the System. First Period: 1659–1672]. Nauka.
- Yates, Frances Amelia (1999). *The Art of Memory*. Routledge.
- Zhuralyova, Aleksandra (2012). “Universal'naya kharakteristika v metafizicheskom proekte G. V. Leibnitsa” [The Universal Characteristic in the Metaphysical Project of G. W. Leibniz]. *Vestnik Permskogo universiteta. Filosofiya. Psikhologiya. Sotsiologiya*, N 2: 69–79.