

ББК  
Ч2  
Н 340

# НАУКА

ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ

## ЛЕЙБНИЦ

12

### Анализ бесконечно малых



Физика учит новый  
язык

deAGOSTINI

**ЛЕЙБНИЦ**

Анализ бесконечно малых

# **Физика учит новый язык**

**НАУКА. ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ**

**Наука. Величайшие теории:** выпуск 12: Физика учит новый язык. Лейбниц. Анализ бесконечно малых. / Пер. с исп. — М.: Де Агостини, 2015. — 168 с.

Готфрид Вильгельм Лейбниц — один из самых гениальных ученых в истории науки. Он жил на рубеже XVII и XVIII веков, в эпоху больших социальных, политических и научных перемен. Его влияние распространяется практически на все области знания: физику, философию, историю, юриспруденцию... Но главный вклад Лейбница, без сомнения, был сделан в математику: кроме двоичного исчисления и одного из первых калькуляторов в истории он создал, независимо от Ньютона, самый мощный инструмент математического описания физического мира — анализ бесконечно малых.

552035

ISSN 2409-0069

БИБЛИОТЕКА

ФГАОУ ВО

© José Muñoz Santonja, 2013 (текст)

© RBA Coleccionables S.A., 2013 (издатель)

© ООО «Де Агостини», 2014–2015

Иллюстрации предоставлены:

Age Fotostock: 123b; Album: 87a; Archivo de la Academia de Berlín-Brandenburgo de las Ciencias: 155ai; Archivo RBA: 35, 39ai, 39ad, 39b, 47, 53ai, 53ad, 53b, 63, 87bi, 120, 123ai, 123ad, 141, 146, 148; Peter Gerloff: 155ad; Herzog-Anton-Ulrich-Museum: 87bd; Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences: 99; Musée des Arts et Métiers, París: 55; Real Biblioteca de Bélgica: 114; Smithsonian Libraries: 23; Andree Stephan: 155b; The Walters Art Museum, Baltimore: 78; Joan Pejoan.

Все права защищены.

Полное или частичное воспроизведение  
без разрешения издателя запрещено.

# Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>ГЛАВА 1.</b> Создатель арифметической машины .....	15
<b>ГЛАВА 2.</b> И осуществилось вычисление .....	59
<b>ГЛАВА 3.</b> Древние и современные коды .....	109
<b>ГЛАВА 4.</b> Гений не только в математике .....	135
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	163
<b>УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	165

*Моей дочери Марии, остающейся  
мужественной в любой ситуации.*

## Введение

Историк, горный инженер, поэт, конструктор, геолог, дипломат, музыкант, алхимик, политик, агроном, библиотекарь... Невозможно всеми этими профессиями владеть один человек? Да, так как всей вышеперечисленной деятельностью занимался Готфрид Вильгельм Лейбница. Однако настоящую славу ему принесло другое: он известен нам прежде всего как философ и ученый, а особенно прославился благодаря работам в области математики.

Жизнь Лейбница проходила в бурную эпоху больших политических, военных, культурных, социальных, религиозных и особенно научных перемен. Когда будущий ученый родился, заканчивалась Тридцатилетняя война (1618–1648), которая изменила политическую картину Европы. После заключения Вестфальского мира (1648) начался закат Священной Римской империи германской нации. В борьбе за суверенитет между германским императором и местными князьями победили последние, что привело к созданию многочисленных суверенных независимых государств; часть из них боролись с Францией, а другие при этом вступали с ней в союз. Такое разделение мешало созданию национального государства. Другой причиной, породившей конфликт, было столкновение католиков с протестантами; когда закончилась война, некоторые из князей-выборщиков были католиками, а другие — протестантами.

После правления Людовика XIII, которое связывают с легендарной фигурой кардинала Ришелье, на трон взошел Людовик XIV, известный как Король-Солнце. Он начал глубокую реформу собственной страны: укрепил экономику, способствуя процветанию национальной промышленности и проводя колониальную политику в Америке, создал прекрасную инфраструктуру и, помимо прочего, сильную регулярную армию. Затем он обратил свой взор на остальную Европу. Для начала правитель направился к Нидерландам, которые во время Вестфальского мира подписали сепаратный мир с Испанией. В данном конфликте (1672–1678) он рассчитывал на помощь Англии и некоторых германских княжеств. Именно эта политическая ситуация помогла Лейбницу начать путешествовать и открыть для себя мир. Первая дипломатическая миссия привела его в Париж и затем – в Лондон с целью предотвратить войну с Нидерландами или, по крайней мере, не дать Германии ввязаться в конфликт.

В XVIII веке Франция обратила свой взгляд на Испанию. В этой сложной ситуации мастерское умение Лейбница вести переговоры было весьма востребовано: он участвовал в дипломатических консультациях и даже писал доклады о том, как использовать материальные и человеческие ресурсы в этой войне, которую было невозможно остановить.

В том же самом веке Россия эпохи Петра I резко модернизовалась и приблизилась к Европе. Она стала своеобразным мостом между Востоком и Западом, в частности между европейской и китайской наукой и культурой. Лейбниц всегда выступал за сближение Германии с Россией и стремился создать условия, благоприятные для взаимопроникновения европейской и китайской культур. В итоге он стал советником Петра I, с которым периодически встречался при разных обстоятельствах.

Эпоха Возрождения характеризуется серьезными изменениями в области мысли, религии и искусства. Это время предполагало большую, чем в Средние века, свободу духа, что, помимо прочего, сделало возможной протестантскую реформу, а с ней и будущие религиозные войны. XVII столетие можно

смело назвать Золотым веком в искусстве, достаточно вспомнить хотя бы несколько великих личностей, живших в то время: Мольер, Шекспир, Свифт, Сервантес, Кеведо, Лопе де Вега, Веласкес, Мурильо, Рубенс, Рембрандт, Вивальди, Бах, Гендель... В области философии мы сталкиваемся, среди прочих, со Спинозой, Гоббсом, Локком, Бэконом или Арно. Одним из факторов, который больше всего повлиял на этот расцвет культуры, было изобретение в середине XV века печатного станка. И если выделить самую главную книгу, изданную в первые годы наступающего времени перемен, то это будет труд *De revolutionibus orbium coelestium* («О вращении небесных сфер») Николая Коперника, опубликованный в 1543 году.

Однако наиболее интенсивные изменения в данный период произошли, без сомнения, в области науки. Научная революция заложила основу для будущей промышленной революции, потому что наука тогда уже не обладала чисто теоретическим характером, как в Древней Греции, а приобрела практическое значение. Важность происходившего наглядно демонстрируют, помимо прочего, несколько достигнутых вех: закон свободного падения тел Галилея, законы движения планет Кеплера, Закон Бойля — Мариотта, вычисление скорости света Рёмером, волновая теория Гюйгенса, барометр Торричелли, описание кровообращения Гарвеем или открытие одноклеточных организмов Левенгуком. Эти примечательные достижения стали возможны не потому, что ученые XVII века были более способными, чем их предшественники, а потому, что они посмотрели на мир по-новому. В отличие от древнегреческих ученых, они занялись исследованиями, не придавая слишком большого значения доказательству. В то время был популярен девиз «сначала изобрести, потом доказывать».

Философ Фрэнсис Бэкон, ярый защитник эмпирического исследования, по мере сил пропагандировал образ ученого, работающего в лаборатории. В своей работе «Новая Атлантида» (1626) он показал утопическое общество, которым руководили ученые. Джонатан Свифт в «Путешествиях Гулливера» (1726) высмеял эту идею, но ею явно были вдохновлены научные общества, которые расцвели в XVII веке.

Другим фактором, который сделал возможной научную революцию XVII века, стал колоссальный прогресс в математике. Древнегреческая геометрическая строгость была оставлена в стороне, и начали стремительно развиваться алгебра и анализ, что произвело революцию в математическом и научном мире в целом. Стало понятно, что математические законы — это основа природы.

Многие области, которые сегодня являются независимыми науками, в XVII веке входили в состав прикладной математики, как мы видим из «Курса или мира математики», опубликованного в 1674 году Клодом-Франсуа Милье Дешалем. В этой работе рассматривались следующие математические темы: арифметика, тригонометрия, логарифмы, геометрия, алгебра, метод неделимых, механика, статика, география, магнетизм, гражданская и военная инженерия, столярное дело, обработка камней, гидростатика, движение жидкостей, гидравлика, кораблестроение, оптика, перспектива, музыка, астрономия (с построением солнечных часов, астролябий, календарей и гороскопов). Создание Декартом и Ферма аналитической геометрии открыло дорогу самому мощному инструменту, который был в распоряжении математики: он позволил ей стать исключительной наукой. Этот инструмент — анализ бесконечно малых.

Именно тогда появились научные гении Ньютона и Лейбница. Некоторые авторы полагают, что эти гении были основателями анализа, а не первооткрывателями, поскольку многие другие математики предварительно расчистили им дорогу.

Невозможно найти двух более разных ученых. В то время как Ньютон прожил всю свою жизнь достаточно уединенно, Лейбниц посетил несколько стран и часто путешествовал по Германии. Ньютон слыл очень замкнутым человеком, который почти ни с кем не общался вне работы и взаимодействия с Лондонским королевским обществом, а Лейбниц был завсегдатаем праздников и легко ориентировался в различных дворах Германии. Английский ученый часто не публиковался и не отвечал на многие письма, потому что не любил вступать в де-

баты, в то время как Лейбниц спорил со всеми, с кем только мог. Когда Ньютона не стало, его похороны сопровождались такой пышностью и почтением, как будто речь шла о короле. А Лейбниц умер в полном одиночестве: за его гробом шли лишь его секретарь и ближайшие родственники. Оба ученых так и не создали семьи. Ньютон никогда не был заинтересован в женитьбе, Лейбниц же задумался о браке, когда ему уже было 50 лет, однако пока его избранница медлила с ответом, он поразмыслил и переменил свое решение.

Без сомнения, имя Лейбница вписано в историю науки золотыми буквами благодаря открытию анализа бесконечно малых. Ученый сделал это независимо и почти одновременно с Ньютоном, что породило чудовищный спор о приоритете, в который, помимо самих его зачинщиков, оказался втянут весь научный мир. Сегодня считается, что английский ученый пришел к созданию этого метода раньше, но Лейбниц разработал символику столь удобную, что ею пользуются и поныне.

Анализ бесконечно малых — один из самых важных инструментов, которыми располагает математика. С его помощью оказалось возможным решить некоторые научные проблемы, существовавшие еще со времен Древней Греции. Среди них исследование скорости изменения некоторых величин, что было актуально, например, для изучения движения тел. Кроме того, этот метод облегчил вычисление касательной к кривой, что имело практическое применение, например в оптике. Также было облегчено решение задач на оптимизацию, то есть нахождение того, в каких условиях можно получить максимальное или минимальное значение чего-либо; сегодня они очень широко используются в экономике. И четвертая огромная проблема, которую устранило создание этого анализа, — вычисление площадей и объемов элементов, не являющихся геометрически правильными. Сегодня их применяют достаточно широко: в проектировании мобильных телефонов или самолетов, в транспорте, метеорологии... Данный метод используется в любых процессах, в которых присутствует постоянное развитие и изменение, таких как использование энергии, изучение распространения эпидемии или распределение населения.

Однако талант Лейбница был настолько обширен, а его научные интересы настолько разнообразны, что мы можем найти следы его деятельности и в иных областях. Он выступал в роли инженера, изобретая механизмы для подъема руды из шахт или для орошения садов, исследовал свойства недавно открытых химических веществ, таких как фосфор, и так далее.

Некоторые историки считают Лейбница последним универсальным гением — благодаря тому, что он работал в огромном количестве научных областей. Французский философ XVIII века Дени Дидро, несмотря на то что его философские взгляды были противоположны взглядам Лейбница, сказал о нем: «Возможно, никогда не существовало человека, который бы читал, учился, размышлял и писал больше Лейбница... То, что он написал о мире, о Боге, о природе и душе, достойно наивысших похвал». И добавил нечто еще более обескураживающее: «Когда сравниваешь свои таланты с талантами Лейбница, существует соблазн выбросить все свои книги и идти тихо умирать в темноту какого-либо забытого уголка».

Лейбниц написал много книг, воспоминаний и писем. Он создал огромное количество трудов: многие из основных работ ученого были опубликованы уже после его смерти, но до сих пор не вышло полного собрания его сочинений.

Некоторое представление о разнообразии интересов Лейбница дает, например, перечень предложений, подготовленных им для аудиенции с императором Священной Римской империи Леопольдом I. Это открытие исторического колледжа, денежная реформа, реорганизация экономики, улучшение торговли и текстильной мануфактуры, создание страхового фонда и налогов на роскошные платья, создание всеобщей библиотеки, а также предложение освещать улицы Вены лампами с рапсовым маслом.

Лейбниц был убежденным оптимистом и считал, что мы живем в лучшем из миров. Ученый никогда не отчаивался из-за того, что некоторые из многочисленных проектов, в которые он погружался, по каким-то причинам не продвигались. Всю свою жизнь он полностью посвятил исследованиям на благо человечеству.

- 1646** 1 июля родился Готфрид Вильгельм Лейбниц в Лейпциге, Германия.
- 1661** Начал обучение в Лейпцигском университете, где его специальностью была философия. Проведя один семестр в Йенском университете, вернулся в Лейпциг и начал специализироваться на праве.
- 1666** Опубликовал свою первую философскую работу *De arte combinatoria* («Об искусстве комбинаторики»), возможно написанную под влиянием *Ars magna* Раймунда Луллия.
- 1667** Получил степень доктора права в Альтдорфском университете.
- 1668** Начал работать на курфюрста Майнца.
- 1672** Направился в Париж, чтобы представить проект, разработанный вместе с бароном Иоганном Христианом фон Бойнебургом.
- 1673** Поехал в Лондон, где присутствовал на собрании Королевского общества и представил свой арифмометр.
- 1676** Назначен советником герцога Брауншвейг-Люнебургского. Эта должность сохранится за ним до самой смерти.
- 1679** Начал проект эксплуатации шахт в Альт-Гарце, для чего разработал ряд насосов и ветряных мельниц.
- 1684** В журнале «*Акты ученых*» появилась статья Лейбница, в которой он изложил новый анализ бесконечно малых.
- 1685** Получил заказ написать историю Бранденбурга, чем и занимался до конца жизни, так и не закончив работу.
- 1692** Ганновер стал курфюршеством, и Лейбниц активно участвовал в этом процессе.
- 1698** После смерти герцога Эрнста Августа его сын Георг Людвиг занял место курфюрста Ганновера. У Лейбница не сложились с ним отношения.
- 1700** Создана Прусская академия наук. Лейбниц стал ее первым президентом.
- 1710** Опубликовал «*Опыты теодицией о благости Божией, свободе человека и начале зла*», где собраны многие разговоры ученого с королевой Пруссии Софией Шарлоттой во дворце Литценбурге (позднее переименованном в Шарлоттенбург).
- 1714** Написал «*Монадологию*», излагающую его философские взгляды.
- 1716** Опубликовал свою главную работу о Китае — «*Рассуждение о естественной теологии китайцев*». После нескольких приступов подагры умер 14 ноября в Ганновере.