РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК · СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ им. С. Л. СОБОЛЕВА

Препринт 264

Апрель 2011

С. С. Кутателадзе

ТВОРЧЕСТВО ЛОМОНОСОВА НА ФОНЕ МАТЕМАТИКИ

НОВОСИБИРСК

УДК 511 Дата поступления 12 апреля 2011 г.

Кутателадзе С. С.
ТВОРЧЕСТВО ЛОМОНОСОВА НА ФОНЕ МАТЕМАТИКИ. —Новосибирск, 2011. — 10 с. — (Препринт / РАН. Сиб. отд-ние. Ин-т математики; № 264).

Kutateladze S. S.
Lomonosov's Contribution Against the Background of Mathematics

Краткое обсуждение влияния математиков и их идей на творчество Михаила Васильевича Ломоносова в связи с трехсотлетием со дня его рождения.

This is a short overview of the influence of mathematicians and their ideas on the creative contributions of Mikhaĭlo Lomonosov on the occasion of the tercentenary of his birth.

Адрес автора:
Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН
пр. Академика Коптюга, 4
630090 Новосибирск, Россия

E-mail: sskut@math.nsc.ru

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН   Препринт №264, апрель 2011

ТВОРЧЕСТВО ЛОМОНОСОВА НА ФОНЕ МАТЕМАТИКИ

Ломоносов — русский великан эпохи научных гигантов. Ломоносов не был математиком, но без математиков Ломоносова как первого русского ученого не было бы вовсе.

Русская наука началась с появления Академии наук и художеств, превратившейся со временем в Российскую академию наук наших дней. Рубеж XVII–XVIII веков — переломный этап истории человечества, время рождения коллективной науки. Эпоха создания научных обществ и академий сопровождалась революцией в естествознании, вызванной открытием дифференциального и интегрального исчисления. Новый язык математики дал возможность безупречно точного предсказания будущих событий.

Созданием Петербургской Академии наук как центра русской науки мы обязаны патриотизму Петра и космополитизму Лейбница. Именно Петр и Лейбниц стояли у истоков русской науки, подобно тому, как от Эйлера и Екатерины I мы отсчитываем историю отечественной математической школы. Нельзя не отметить выдающуюся роль, которую сыграл Лейбниц в создании Академии в России. Именно он подготовил для Петра подробный план ее создания (см. [1]). Лейбниц рассматривал Россию как мост для соединения Европы с Китаем, из конфуцианства которого Лейбниц надеялся извлечь необходимые этические прививки для душевного оздоровления Европы (см. [2]). Петр хотел видеть Лейбница основателем Академии в Петербурге, уговаривал его при личной встрече, назначив юстицратом с большим жалованием. Присутствовавшая на встрече Петра и Лейбница Елизавета-Шарлотта Орлеанская писала 10 декабря 1712 г. (см. [3]):

> «Московия не может не быть диким местом. Поэтому я считаю, что Лейбниц прав, не желая туда перебираться. Однако, когда это происходило, я была очарована Царем, видя как много он заботится об улучшении своей страны».

Любопытно отметить, что Петр неоднократно бывал на английском Монетном дворе в 1698 г. во время «Великого посольства». В ту пору Ньютон уже состоял на должности Хранителя Монетного двора и трудно себе представить, что он мог игнорировать визит Петра. Однако встречался ли Петр с Ньютоном точно неизвестно. Достоверно только, что один из ближайших соратников Петра — Яков Брюс — с Ньютоном общался (см. [4, p. 199]). В 1714 г., через два года после того, как Петр назначил Лейбница юстицратом, произошло неожиданное и несколько таинственное событие

— А. Д. Меншиков обратился с просьбой о вступлении в Лондонское королевское общество и, как не удивительно, был принят, о чем ему сообщил письмом сам Ньютон (см. [5, Гл. 16]).

Гений Ньютона открыл миру математические законы природы, раскрыл математику универсальный язык описания непрестанно меняющегося мира. Гений Лейбница указал людям возможности математики как надежного метода мышления, логики человеческого познания. *Mathesis universalis* и *calculemus* Лейбница навсегда стали мечтой и инструментом науки.

Под воздействием идей Ньютона и Лейбница формировалось новое научное мировоззрение. Поворот естествознания на рубеже XVII и XVIII веков был определен созданием дифференциального и интегрального исчисления. Конкурирующие идеи общей математики Ньютона и Лейбница определяли все основные тенденции интеллектуальных поисков эпохи. Творчество Ломоносова служит тому ярким примером. Понять научные взгляды Ломоносова, разобраться в его гениальных озарениях и наивных заблуждениях невозможно без анализа и сопоставления установок Ньютона и Лейбница.

Монады Лейбница, флюксии и флюэнты Ньютона — продукты героической эпохи телескопа и микроскопа. Независимость достижений Лейбница и Ньютона очевидна — их подходы к проблеме, интеллектуальный багаж и интенции совершенно непохожи. Несмотря на это, поведенческим образцом для многих поколений ученых стал беспочвенный спор о приоритете между Лейбницем и Ньютоном. Лейбниц и Ньютон открыли одинаковые формулы, часть из которых была известна и до них. Как Лейбниц, так и Ньютон обладали своим особым приоритетом в создании дифференциального и интегрального исчисления. Дело в том, что эти ученые предлагали варианты математического анализа, основанные на принципиально различных подходах. Лейбниц строил анализ на актуальных бесконечно малых, возводя здание своей совершенной философской системы, известной как монадология. Центральную роль у Ньютона играл его «метод первых и последних отношений», который справедливо ассоциируется с современной теорией пределов.

Стационарное видение математических объектов Лейбница противостоит динамическому восприятию постоянно изменяющихся величин Ньютона. Источником идей Лейбница служили геометрические воззрения античности, которыми он восторгался с детства. Монада Евклида — математический инструмент исчисления, парный атому геометрии — точке. Математика Евклида — произведение человеческого духа. Монады Лейбница, вскормленные его мечтой о *calculemus*, универсальный инструмент творения, познание которого приобщает человека к божественному промыслу в создании лучшего из миров.

Точка и монада в древности — независимые формы, представления о неделимых началах фигур и чисел. Обе идеи прочно встроены в концепцию универсального атомизма. В основе первичного представления о прямой с самого начала лежит ее двойственная — дискретно-непрерывная — природа. Лейбниц придал древней геометрической идее универсальное значение, увидев в ней божественный промысел.

Ньютон, познакомившийся с Евклидом лишь в зрелые годы, шел иным путем, воспринимая всеобщее движение как единожды данное при творении мира и потому несводимое к сумме состояний покоя. Замечательно точную характеристику Ньютона дал Кейнс в докладе [6], подготовленном к 300-летию Ньютона, празднование которого должно было состояться в Лондонском королевском обществе в 1942 г., но было перенесено на 1946 г. в связи с обстоятельствами военного времени. К сожалению, Кейнс скончался за три месяца до празднования и лекцию прочел его брат. Кейнс писал:

> “Why do I call him a magician? Because he looked on the whole universe and all that is in it as a riddle, as a secret which could be read by applying pure thought to certain evidence, certain mystic clues which God had laid about the world to allow a sort of philosopher’s treasure hunt to the esoteric brotherhood. He believed that these clues were to be found partly in the evidence of the heavens and in the constitution of elements (and that is what gives the false suggestion of his being an experimental natural philosopher), but also partly in certain papers and traditions handed down by the brethren in an unbroken chain back to the original cryptic revelation in Babylonia. He regarded the universe as a cryptogram set by the Almighty — just as he himself wrapt the discovery of the calculus in a cryptogram when he communicated with Leibniz. By pure thought, by concentration of mind, the riddle, he believed, would be revealed to the initiate.”

Если Ньютон был последним ученым магом, то Лейбниц был первым математическим мечтателем.

Мировоззрение Лейбница, отраженное в его сочинениях, занимает уникальное место в человеческой культуре. Трудно найти в философских трудах его предшественников и более поздних мыслителей нечто сопоставимое с фантасмагорическими представлениями о монадах, особых и удивительных, неизменных и многообразных конструктах мира и мысли, предваряющих, составляющих и содержащих в себе все бесконечные проявления сущего. «Монадология» [7, pp. 413–428] обычно датируется 1714 г. При жизни Лейбница это эссе никогда не издавалось. Более того, принято считать, что сам термин «монада» в его бумагах появляется с 1690 г., когда он уже был сложившимся знаменитым ученым.

Особое внимание к природе термина «монада» и придание специального значения дате его появления в сочинениях Лейбница — типичные продукты нового времени. Мало кто из образованных людей наших дней не сталкивался с основными понятиями планиметрии и не слыхал о Евклиде. Однако никто на школьной скамье не знакомился с понятием «монада». Доступные переводы «Начал» Евклида и популярные школьные учебники геометрии этот термин не содержат. Между тем понятие «монада» относится к числу первичных не только в геометрии Евклида, но и во всей науке Древней Эллады.

По Определению I Книги VII «Начал» Евклида (см. [8]) монада — «есть [то] через что каждое из существующих считается единым». Евклид тут же дает Определение II: «Число же — множество, составленное из монад». В известных переводах трактата Евклида вместо термина «монада» используется слово «единица».

Современному читателю трудно понять, почему выдающийся скептик III века Секст Эмпирик при изложении математических воззрений своих предшественников пишет (см. [9]): «Пифагор говорил, что началом сущего является монада, по причастности к которой каждое из сущего называется одним». И далее: «точка устроена по типу монады, ведь, как монада есть нечто неделимое, так и точка, и, как монада есть некое начало в числах, так и точка есть некое начало в линиях». А вот еще суждение того же рода, которое совсем не сложно принять за цитату из «Монадологии»: «единое, поскольку оно есть единое, неделимо, и монада, поскольку она есть монада, не делится. Или если она делится на много частей, она становится совокупностью многих монад, а уже не [просто] монадою».

Стоит пояснить, что древние понимали особый статут начала счета. Для того чтобы перечислять, надо обособить перечисляемые сущности и только потом сопоставить их с символическим рядом числительных. Мы приступаем к счету тем, что «многое делаем единым». Особая роль акта начала счета нашла отражение в почти тысячелетнем диспуте о том, считать единицу (или монаду) натуральным числом или нет. Сейчас нам кажется чрезмерной особая щепетильность в выделении специальной роли единицы-монады как акта начала счета. Между тем так было далеко не всегда.

Со времен Евклида все серьезные ученые знали о существовании двух различных первичных понятий математики — точки и монады. По Определению I Книги I Евклида «точка есть то, что не имеет частей». Видно, что понятие точки совершенно отлично от определения монады, которая многое делает единым. Начальный элемент геометрии совсем не тот, что исходный пункт арифметики. Без понимания этого обстоятельства трудно осознать природу воззрений Лейбница. Стоит напомнить, что в современной теории множеств «то, что не имеет частей» — это так называемое пустое множество, исходный пункт универсума фон Неймана. Специального математического понятия, выражаемого словами «то, что многое делает единым», сейчас, пожалуй, нет. О современном определении монад в математике речь пойдет несколько ниже.

Первоклассный математик, Лейбниц с детства владел геометрией Евклида. Именно поэтому в «Монадологии» Лейбница особенно поражает уже раздел 1, дающий исходное представление о монаде: «Монада, о которой мы будем здесь говорить, есть не что иное, как простая субстанция, которая входит в состав сложных; простая, значит, не имеющая частей». Это определение монады как «простой» субстанции, не имеющей частей, совпадает с евклидовым определением точки. В то же время разговор о сложной субстанции, составленной из монад, напоминает по структуре определение числа, данное Евклидом. Синтез двух первичных определений Евклида в лейбницевой монаде не случаен. Следует помнить, что XVII век — это эпоха микроскопа. Уже в 1610 годах во многих странах Европы началось его массовое изготовление. С 1660 годов Европа очарована микроскопом Левенгука.

Чтобы понять мировоззрение Лейбница и привлекательность его идей для естествознания, следует помнить, что сам он — математик по убеждениям. С раннего детства Лейбниц мечтал о «некоторого рода исчислении», оперирующим в «алфавите человеческих мыслей» и обладающим тем же совершенством, что математика достигла в решении арифметических и геометрических задач. Созданию такого универсального логического аппарата Лейбниц посвятил немало сочинений. Лейбниц постоянно подчеркивал свою любовь и преданность математике. Он отмечал, что его общие методические установки имеют основой «исследование способов анализа в математике, которой я предавался с таким рвением, что не знаю, многие ли сегодня найдутся, кто вложил ли в нее больше труда».

Учителем Ломоносова стал Христиан Вольф, пропагандист монадологии и математического метода. Вольф рассматривался как вторая после Лейбница фигура континентальной науки. Первой фигурой туманного Альбиона был Ньютон. Нельзя не помнить, что интеллектуальная жизнь того времени была немало отравлена безумным спором о приоритете между Ньютоном и Лейбницем. Печальным последствием конфронтации стали застой и изоляция математической жизни Англии. На континенте известное пренебрежение к творчеству Ньютона приводило к начетничеству и канонизации учения Лейбница, часто понятого с искажениями. Вольф был скорее эпигоном, чем последователем Лейбница. Подлинными продолжателями идей Лейбница стали его ученики Бернулли и близкий к ним по жизни и мироощущению гениальный самоучка Эйлер.

Разъясняя свои педагогические принципы, Вольф писал (см. [10]):

> «В моих лекциях я уделил основное внимание трем аспектам:
> (1) я не употребил ни одного слова, которого я не объяснил бы прежде, с целью избежать двусмысленности или логических пробелов;
> (2) я не использовал ни одной теоремы, которую я не доказал бы прежде;
> (3) я постоянно связывал теоремы и определения друг с другом в непрерывную логическую цепь.
>
> Общеизвестно, что этих правил придерживаются в математике. Если сравнить математический способ обучения с логическим подходом, обсуждаемым в моей книге об умозаключениях, то можно будет увидеть, что математический способ обучения является ничем иным, как точным приложением правил умозаключения. Поэтому не имеет значения, следовать ли математическому способу обучения или правилам умозаключения, поскольку таковые верны. Поскольку я показал, что математическое мышление отражает естественное мышление, а логическое умозаключение является всего лишь отчетливо усовершенствованным естественным мышлением, тем самым я вполне могу заявить, что мой способ обучения следует естественному образу мышления».

Довольно скептически характеризуя стиль Вольфа, Гегель отмечал (см. [11, с. 363]):

> «Вольф стремился, с одной стороны, к большему, совершенно всеобщему охвату и, с другой стороны, к строгости метода, что касается положений и их доказательства. Это — познание в той манере, которую мы встретили уже у Спинозы, только у него она проводится еще деревяннее, еще тяжеловеснее, чем у Спинозы».

Отметим, что именно Вольф был законодателем математической моды начала XVIII века. После отказа Лейбница перебраться в Петербург для создания Академии, план которой для Петра он разработал, именно Вольф рассматривался Петром в качестве ее руководителя. Написанный Вольфом четырехтомник «Первые основания всех математических наук», вышедший в 1710 г., был сокращен для более широкой аудитории и многократно переиздавался (см. [12, с. 23]).

Ломоносову были близки педагогические идеи Вольфа, с которым его связывали добрые чувства взаимного уважения. Математический метод Вольфа лежит в основе научных сочинений Ломоносова многих лет его творчества. Надо подчеркнуть, что в отличие от Вольфа, получившего первоклассное математическое образование, Ломоносов не имел достаточного знакомства с «Началами» Евклида и не владел дифференциальным и интегральным исчислением.

Следует особо отметить, что Ломоносов никогда не встречался с Эйлером (упоминая об этом, П. Л. Капица в своей знаменитой статье «Ломоносов и мировая наука» [13] изящно оговаривается: «если не считать возможных посещений Ломоносовым до его отъезда в Германию лекций Эйлера»). Поэтому до практического применения математики в сочинениях Ломоносова дело не доходит, а некоторые его представления о природе математических знаний наивны и неверны.

Например, в гениальных «Рассуждениях о причине теплоты и холода», где выдвинуты основы молекулярно-кинетической теории тепла (см. [14, Гл. 1]), Ломоносов пишет [15, с. 25]:

> «Нет более надежного способа доказательства, чем способ математиков, которые подтверждают выведенные *a priori* положения примерами и проверкой *a posteriori*».

Важно подчеркнуть, что из приведенного формально неверного тезиса о природе математических доказательств, Ломоносов выводит замечательное и вполне справедливое суждение:

> «Поэтому мы, чтобы развить далее нашу теорию, по примеру математиков объясним важнейшие явления, наблюдаемые для огня и теплоты, и тем подтвердим полную правильность выдвинутого в §11 положения».

Фактически, Ломоносов говорит здесь о технологии математического моделирования физической задачи, которая отличается от математического формализма как такового.

Следует особо остановиться на отношении Ломоносова к монадам. Развивая атомистические идеи корпускулярной физики, Ломоносов в своих работах 1743–1744 гг. «Опыт теории о нечувствительных частицах тел и вообще о причинах частных качеств», «О сцеплении и расположении физических монад», «О составляющих природные тела нечувствительных физических частицах» и в переписке широко пользуется понятием монады, выделяя *monades physicae*. Физические монады Ломоносова близки к представлениям об атомах, а не к математическим монадам или идеальным монадам Лейбница. Многолетние самостоятельные размышления Ломоносова над строением материи заставляют Ломоносова критически пересмотреть свои взгляды на монадологию по Вольфу. Это отражается в выборе латинских терминов поздних сочинений Ломоносова (см. [17]).

В феврале 1754 г. Ломоносов пишет Эйлеру [16, с. 503]:

> «Признаюсь, что оставил я все это и для того, чтобы, нападая на писания великих мужей, не показаться скорее хвастуном, чем искателем истины. Та же причина давно уже препятствует мне предложить на обсуждение ученому свету мои мысли о монадах. Хоть я твердо уверен, что это мистическое учение должно быть до основания уничтожено моими доказательствами, однако я боюсь омрачить старость мужу, благодеяния которого по отношению ко мне я не могу забыть; иначе я не побоялся бы раздразнить по всей Германии шершней-монадистов. Прощайте, несравненный муж, и не оставляйте меня вашим благоволением и дружбой».

Стоит обратить внимание на то, что Ломоносов имеет в виду не идеи самого Лейбница, а их изложение в сочинениях Вольфа и его последователей. Сейчас нам известно письмо от Вольфа к Эрнсту Кристофу Мантельфелю от 11 мая 1746 г., из которого следует, что метафизика Вольфа существенно отличается от воззрений Лейбница (см. [18]).

Проведем мысленный эксперимент и направим сильный микроскоп в район некоторой точки на математической прямой. Тогда в окуляре мы увидим расплывшееся облачко с неясными краями, представляющее образ этой точки. Точка приобретет размеры — станет «монадой». При выборе объектива с еще большей степенью увеличения наблюдаемый нами кусочек «точки-монады» детализируется, станет крупнее и частично выйдет из поля зрения. При этом всякий раз мы имеем дело с одним и тем же числом, которое, если угодно, в некотором смысле и задается приведенным процессом «изучения микроструктуры прямой». Разглядывание точки под микроскопом выявляет ее природу как монады. Так или примерно так мог бы рассуждать и Лейбниц. Во всяком случае, представление о монаде стандартного вещественного числа, как о совокупности всех бесконечно близких к нему чисел, является общепринятым в инфинитезимальном анализе наших дней, возрожденном А. Робинсоном в 1961 г. под именем «нестандартный анализ» (см. [19], [20]).

Минуло почти двести пятьдесят лет с момента кончины Михаила Васильевича Ломоносова, а его творчество по-прежнему будит мысль и связано с самыми актуальными и противоречивыми идеями передовых разделов математики и естествознания. Завидная судьба, пример для подражания.

Список литературы

[1] Анри В. А., Роль Лейбница в создании научных школ в России // Успехи физ. наук, **169**:12, 1329–1331 (1999).

[2] Hellenbroich E., G. W. Leibniz and the Ecumenical Alliance of All Eurasia // Fidelio, **5**:3 (1996).

[3] Smith J., Leibniz Manuscript Transcriptions.
`http://www.jehsmith.com/philosophy/2009/01/peter-the-greats-decree-appointing-leibniz-to-the-russian-justizrat.html`

[4] Cracraft J. The Petrine Revolution in Russian Culture. Cambridge and London: the Belknap Press of Harvard University Press, 2004

[5] Вавилов С. И., Исаак Ньютон. М.–Л.: Изд. АН СССР, 1945.

[6] Keynes J. M., Newton, the Man.
`http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Extras/Keynes_Newton.html`

[7] Лейбниц Г. В., Сочинения. Т. 1. М.: Мысль,1982.

[8] Евклид, Начала. В трех томах. М.–Л.: Гостехиздат, 1949.

[9] Секст Эмпирик, Сочинения. Т. 1. М.: Мысль, 1976.

[10] Роджерс Л., Историческая реконструкция математического знания // Математическое образование, 2001, **1**(16), 74–85.

[11] Гегель, Сочинения. Т. 11. М.–Л.: Соцэкгиз, 1935.

[12] Юшкевич А. П. (ред.), История математики с древнейших времен до начала XIX столетия. Т. 3. М.: Наука, 1972.

[13] Капица П. Л., Ломоносов и мировая наука // Успехи физ. наук, **87**:1, 155–168 (1965).

[14] Кутателадзе С. С., Цукерман Р. В., Развитие теории теплоты в работах русских ученых. М.–Л.: Госэнергоиздат, 1949.

[15] Ломоносов М. В., Полное собрание сочинений. Т. 2. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1951.

[16] Ломоносов М. В., Полное собрание сочинений. Т. 10. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1957.

[17] Смирнова А. С., Волков С. Св., Atomus, monas и corpusculum в естественнонаучных трудах М. В. Ломоносова // В кн.: Индоевропейское языкознание и классическая филология — XI. СПб.: Нестор–История, 2007. С. 278–284.

[18] Lenders W., The analytic logic of G. W. Leibniz and Chr. Wolff: a problem in Kant research // Synthese, **23** 147–153 (1971).

[19] Robinson A., Non-Standard Analysis. With a foreword by Wilhelmus A. J. Luxemburg. Princeton: Princeton University Press, 1996 (A Paperback Reprint of the 2nd edition).

[20] Гордон Е. И., Кусраев А. Г., Кутателадзе С. С., Инфинитезимальный анализ. Новосибирск: Изд-во Института математики, 2006.

Кутателадзе Семён Самсонович

ТВОРЧЕСТВО ЛОМОНОСОВА НА ФОНЕ МАТЕМАТИКИ

Препринт № 264

Ответственный за выпуск
А. Е. Гутман

Издание подготовлено с использованием макропакета $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$-TEX,
разработанного Американским математическим обществом

This publication was typeset using $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$-TEX,
the American Mathematical Society's TEX macro package

Подписано в печать 12.04.11. Формат $60 \times 84\,{}^1\!/_8$.
Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,5. Тираж 75 экз. Заказ № 32.

Отпечатано в ООО «Омега Принт»
пр. Академика Лаврентьева, 6, 630090 Новосибирск