

## ВЕЛИКИЙ ГРАЖДАНИН РОССИИ

(к столетию со дня рождения С. Л. Соболева)

**С. С. Кутателадзе**

О вкладе С. Л. Соболева в мировую культуру.

**Ключевые слова:** распределения, обобщенная производная, атомная бомба.

Сергей Львович Соболев — представитель российской математической школы, вошедший в список ученых, чье творчество создало главные интеллектуальные сокровища мировой культуры.

Математика изучает формы мышления. В самом общем смысле дифференцирование — определение тенденций процесса, а интегрирование — предсказание будущего по тенденциям. Современное человечество не мыслит себя без интегрирования и дифференцирования. Дифференциальное и интегральное исчисление открыто Ньютоном и Лейбницем. Флюксии Ньютона и монады Лейбница сделали их первопроходцами классического анализа. Используя понятия, предложенные Ньютоном и Лейбницем, Эйлер взрастил и выпестовал новую математику переменных величин, совершив немало гениальных открытий и создав неисчерпаемую собственную коллекцию поразительных формул и теорем. Двести лет математический анализ оставался исчислением Ньютона, Лейбница и Эйлера. В двадцатом веке классическое исчисление превратилось в теорию распределений. Ключевыми объектами современного анализа стали интеграл в смысле Лебега и производная в смысле Соболева, определенные для самых общих зависимостей, неподвластных операциям классического дифференцирования и интегрирования. Лебег и Соболев вошли в историю, предложив новые подходы к интегралу и производной, существенно расширив сферы влияния и области приложений математики.

Исторические фигуры и открытия достойны исторических параллелей и анализа. Математический дар передается от учителя к ученику. Эта чередующаяся цепь преемственных поколений — материальный носитель математической школы.

Соболев принадлежит к российской математической школе, ведущей родословную от Леонарда Эйлера (1707–1783). Уроженец Швейцарии, Эйлер нашел в России свою вторую Родину и покоится в земле Петербурга. Да Винчи от математики, он давно стал неотъемлемой частью русского духа. Наши соотечественники с гордостью считают Эйлера основателем российской математической школы. Усилиями Эйлера Петербург стал математической столицей мира восемнадцатого века. Журнал Петербургской Академии наук поместил 473 статьи Эйлера, которые поочередно выходили в свет в течение многих лет после кончины Эйлера вплоть до 1830 г.

В начале девятнадцатого века центр математической мысли переместился во Францию, где творили Лаплас, Пуассон, Фурье и Коши. Идеи новых творцов математики воспринял М. В. Остроградский, учившийся в Париже. Репутация, приобретенная Остроградским во Франции, и ряд мемуаров, представленных Академии наук, способствовали

признанию его заслуг в России. Уже в 1832 г. в возрасте 32 лет Остроградский был избран ординарным академиком по прикладной математике. Он быстро становится признанным лидером российской математической школы.

К московской ветви школы Остроградского относятся Н. Д. Брашман, Н. Е. Жуковский, С. А. Чаплыгин. К петербургской — П. Л. Чебышев, А. М. Ляпунов, В. А. Стеклов, А. Н. Крылов. Многие другие математики и механики России испытали на себе влияние Остроградского.

Среди учеников Чебышева были А. Н. Коркин и А. А. Марков, у которых учился Н. М. Гюнтер, ставший научным руководителем дипломной работы Соболева. Вторым своим учителем Соболев считал В. И. Смирнова, ученика В. А. Стеклова, ученика А. М. Ляпунова. Такова блестящая цепь научного генеалогического древа Соболева.

Великие открытия — вехи неизбежности, которые не возникают сами собой. Решение проблемы подразумевает ее постановку, наличие средств и возможностей для решения. Необходимость прокладывает свой путь через дремучую чащу случайностей. Открытия Соболева относятся к годам великого перелома в мировой и отечественной науке. Двадцатый век по праву носит имя века свободы. Развитие социальных институтов демократии проходило одновременно с раскрепощением всех сторон духовной жизни людей. Математика раскрывала свою сущность науки о свободных формах мышления. Свобода — понятие историческое, отражающее способ разрешения конфликта между безграничными в своем разнообразии индивидуальностями и ограничивающими формами их коллективного сосуществования. Исторический антураж — обязательный компонент каждого триумфа и каждой трагедии.

Осмысливая свои достижения в 1957 г., сам Соболев отмечал<sup>1</sup>:

«В процессе изучения разнообразных задач на отыскание функций, удовлетворяющих некоторым уравнениям в частных производных, оказалось полезным использовать класс функций, не обладающих повсюду непрерывными производными нужного порядка, но являющихся, в некотором смысле, предельными для настоящих решений уравнений. Такие обобщенные решения ищутся, естественно, в различных функциональных пространствах, иногда полных, а иногда специально пополняемых при помощи введения новых «идеальных элементов».

От индивидуального решения наука перешла к изучению функциональных пространств, операторов в них и тех элементов, которые являются решениями.

Вопрос о том, когда эти обобщенные решения будут решениями в классическом смысле, при таком рассмотрении становится самостоятельным.»

Как мы видим, Соболев выделил неразрывную связь своей теории с гильбертовой идеей социализации математических проблем. Методология Гильберта опиралась на канторову теорию множеств.

Идея пересмотра понятия решения дифференциального уравнения носилась в математической атмосфере начала двадцатого века. Нет сомнений, что обращение Соболева к этой проблематике связано с Гюнтером. В некрологе, написанном Соболевым и Смирновым, подчеркивалась роль Гюнтера в пропаганде идеи Лебега о необходимости пересмотра подхода к уравнениям математической физики на основе теории функций множеств, см., в частности, [2].

В двадцатом веке человечество подошло к краю безопасных границ своего существования, проявив неспособность остановить поджигателей Первой и Второй мировых войн. Гарантом свободы стало оружие сдерживания. Создание атомной бомбы в США и

<sup>1</sup>Цитируется по [1, с. 596], где воспроизведена статья в *Вестн. Друштва математичара и физичара Народ. Репуб. Србије*. 1957. Т. 9. С. 215–244.

России — демонстрация удивительной силы науки, последнего резерва выживания человечества. Математики могут гордиться участием своих коллег в этом процессе. В Манхеттенском проекте работали Нейман и Улам. В осуществлении отечественного атомного проекта «Энормоз» участвовали С. Л. Соболев и Л. В. Канторович. В настоящее время большинство документов, касающихся истории создания ядерного оружия, рассекречено и опубликовано, и мы можем ощутить накал той героической эпохи.

Начало работ по атомному проекту в нашей стране принято связывать с распоряжением ГКО № 2352сс «Об организации работ по урану» от 28 сентября 1942 г. Спустя несколько месяцев ГКО принимает решение об организации Лаборатории № 2 АН СССР для изучения атомной энергии. Руководство Лабораторией и всеми работами по атомной проблеме было поручено И. В. Курчатову. Вскоре Соболев был назначен одним из заместителей Курчатова и вошел в группу И. К. Кикоина, где занимались проблемой обогащения урана с помощью каскадов диффузионных машин для разделения изотопов.

Уже в 1946 г. были построены первые газовые компрессоры и освоено их серийное производство. Начались эксперименты по обогащению газообразного шестифтористого урана. Работа требовала решения колоссального числа разнообразных научных, технологических и организационных проблем, ставших на долгие годы главным делом Соболева.

Соболев работал как в группе по плутонию-239, так и в группе по урану-235, организовал и направлял работу вычислителей, разрабатывал вопросы регулирования процесса промышленного разделения изотопов и отвечал за снижение потерь производства.

Испытание советского ядерного заряда РДС-1 состоялось около Семипалатинска в 8 часов местного времени 29 августа 1949 г. Ровно через два месяца более восьмисот участников атомного проекта были награждены орденами. Соболев получил орден Ленина.

Атомный проект обогатил научный и личностный потенциал Соболева. До конца жизни огромное место в его творчестве заняла вычислительная математика. С 1952 по 1960 гг. он возглавлял кафедру вычислительной математики МГУ. Уже в Сибири Соболев построил теорию кубатурных формул, удивительную красотой своей универсальности. В ней Соболев синтезировал идеи классических приближенных методов и теории распределений. Вычисления на сетках Соболев стал рассматривать как интегралы, содержащие обобщенные функции, в рамках отстаиваемой им идеи неразрывной связи функционального анализа и теории вычислений. По его словам, именно в те годы он понял, что для многих задач важен не абстрактный вопрос существования решения, а конкретное предъявление разумного приближенного варианта к назначенному сроку.

Выдающуюся роль в истории отечественной науки сыграли выступления Соболева в октябре 1958 г. на Всесоюзном совещании по философским проблемам естествознания. В заключительном слове Соболев сказал, см. [3, с. 572]:

«...кибернетика не есть идеалистическая наука, потому что она изучает факты, а факты не бывают ни материалистическими, ни идеалистическими... Нельзя разделить физику на физику материалистическую и физику идеалистическую. Нельзя говорить, что эта атомная бомба материалистическая, а эта — идеалистическая, что этот ускоритель элементарных частиц идеалистический, а этот — материалистический. Таких вещей не бывает. Главная дорога развития физики — это дорога строго научная. Могут быть те или иные философские взгляды, но факты и теории, которые привели к крупнейшим достижениям современной физики, которые мы видим, нельзя классифицировать как материализм и идеализм. Так же точно обстоит дело с кибернетикой...»

Гражданская смелость Соболева в отстаивании новых идей генетики, кибернетики и математической экономики в годы послевоенного наступления мракобесов от «марксизма» стоит в одном ряду с его участием в проекте «Энормоз» и освоении научной целины

Сибири. Вклад Соболева в создание атомного оружия отмечен не только званием Героя Социалистического Труда, но и вечной благодарностью нашего народа известным и анонимным защитникам свободы отечества.

Исследования Соболева связаны с переосмыслением понятия решения дифференциального уравнения. Соболев предложил решать задачу Коши в пространстве функционалов, т. е. отказаться от стандартного понимания решения как функции. Фактически Соболев стал считать дифференциальное уравнение решенным даже в тех случаях, когда нам доступны всевозможные интегральные характеристики поведения процесса. При этом решение как функция времени может быть не только неизвестным, но и просто отсутствующим. В науку вошло качественно новое понимание ключевых принципов прогнозирования.

Эйлер еще в 1755 г. дал универсальное определение функции, которое почти двести лет воспринималось как наиболее общее и совершенное. Обобщенные производные Соболева под эйлерово понятие функции не подпадают. Дифференцирование, предложенное Соболевым, опирается на новое понимание взаимозависимости математических величин. Обобщенная функция определяется неявно с помощью интегральных характеристик своих воздействий на всех представителей заранее выбранного класса пробных функций. Открытия Ньютона и Лейбница подытожили многовековую предысторию дифференциального и интегрального исчисления, открыв дорогу новым исследованиям. Достижения Лебега и Соболева продолжили размышления их гениальных предшественников и осветили путь математиков нашего времени.

Соболев был среди пионеров применения функционального анализа в математической физике, создав свою теорию в 1935 г. В работах Лорана Шварца,<sup>2</sup> независимо пришедшего к тем же идеям спустя целое десятилетие, новое исчисление стало общедоступным, представ в виде элегантной, мощной и чрезвычайно прозрачной теории распределений, утилизировавшей многие прогрессивные идеи алгебры, геометрии и топологии.

Соболев исключительно высоко оценивал вклад Шварца в разработку аппарата преобразования Фурье распределений. Он отмечал: «Преобразование Фурье сталкивалось в классическом анализе с рядом существенных трудностей таких, как расходимость интегралов, невозможность истолковать в определенном смысле получаемые бесконечные выражения и т. п. Теория обобщенных функций сняла многие из этих трудностей и превратила преобразование Фурье в мощное средство анализа», см. [6, с. 415].

Дифференциальное исчисление семнадцатого века неотделимо от общих воззрений классической механики. Теория обобщенных функций связана с механикой квантовой.

Следует особо подчеркнуть, что квантовая механика не является простым обобщением классической механики. Квантовая механика представляет научное мировоззрение, основанное на новых законах. Классические детерминизм и непрерывность уступили место квантованию и неопределенности. В двадцатом веке человечество вышло на совершенно иной уровень понимания природных процессов.

Аналогичным образом дело обстоит и с математическими теориями современности. Логика наших дней не является обобщением логики Аристотеля. Геометрия банаховых пространств не служит обобщением евклидовой планиметрии. Теория распределений, ставшая исчислением нашего времени, коренным образом преобразила всю технологию математического описания физических процессов с помощью дифференциальных уравнений.

---

<sup>2</sup>Взгляды Л. Шварца на открытие теории распределений представлены в его автобиографии [4]. Дополнительные литературные ссылки имеются в [5].

Сергей Львович Соболев — великий гражданин России. Память о нем будет долгой и светлой.

### Литература

1. Соболев С. Л. Избранные труды. Т. 2.—Новосибирск: ИМ им. С. Л. Соболева, 2006.
2. Смирнов В. И., Соболев С. Л. Биографический очерк [Николай Максимович Гюнтер (1871–1941)], Гюнтер Н. М. Теория потенциала и ее применение к основным задачам математической физики.—М.: ГИТТЛ, 1953.—С. 393–405.
3. Федосеев П. Н. Философские проблемы современного естествознания.—М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959.
4. Schwartz L. A Mathematician Grappling with His Century.—Birkhäuser: Basel etc., 2001.
5. Кутателадзе С. С. Сергей Соболев и Лоран Шварц // Вестник РАН.—2005.—Т. 75, № 4.—С. 354–359.
6. Соболев С. Л. Введение в теорию кубатурных формул.—М.: Наука, 1974.

*Статья поступила 23 июня 2008 г.*

КУТАТЕЛАДЗЕ СЕМЁН САМСОНОВИЧ  
Институт математики им. С. Л. Соболева, гл. науч. сотр.  
РОССИЯ, 630090, г. Новосибирск, пр. ак. Коптюга, 4