Сибирский математический журнал
Сентябрь—октябрь, 2008. Том 49, № 5

УДК 51(470)+517.982.4

СОБОЛЕВ ИЗ ШКОЛЫ ЭЙЛЕРА

С. С. Кутателадзе

Аннотация. Краткое обсуждение истоков теории обобщенных функций, творческого пути и вклада С. Л. Соболева в формирование современных математических воззрений.

Ключевые слова: распределения, обобщенная производная, атомная бомба.

К столетию со дня рождения
С. Л. Соболева (1908–1989)

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. Характеризуя научные школы, Лузин отмечал, что «чем старее школа, тем она ценнее. Ибо школа есть совокупность накопленных веками творческих приемов, традиций, устных преданий об отошедших ученых или ныне живущих, их манере работать, их взглядах на предмет исследований. Эти устные предания, накапливающиеся столетиями и не подлежащие печати или сообщению тем, кого считают неподходящим для этого — эти устные предания суть сокровища, действенность которых трудно даже представить себе и оценить ...

Если искать какие-либо параллели или сравнения, то возраст школы, накопление ею традиций и устных преданий есть не что иное, как энергия школы, в неявной форме»[1]. Соболев принадлежит к школе, ведущей родословную от Леонарда Эйлера (1707–1783)[2].

Эйлер и Россия

Человек — объект физический и может быть отчасти представлен своей мировой линией в 4-мерном пространстве-времени Минковского. «Математика не знает рас ... Для математики весь культурный мир представляет собой единую страну» — констатировал Гильберт на Конгрессе в Болонье в 1928 г.[3]. Никакое государство физическим объектом не является. В пространстве-времени страну можно отождествить с воронкой мировых линий проживающих в ней людей. Большая часть мировой линии Эйлера принадлежит России. Нет ни швейцарской, ни русской математики, но есть математика в России, есть отечественная математическая традиция и отечественная математическая школа. 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. Даниэл Бернулли писал Эйлеру: «Я не могу Вам довольно выразить, с какою жадностью повсюду спрашивают о Петербургских мемуарах»[4]. Речь идет о знаменитых «Комментариях Санкт-Петербургской Академии», ставших ведущим научным журналом той эпохи. Это издание не раз меняло свое название и превратилось со временем в «Известия РАН (серия математическая)». Журнал Петербургской Академии наук поместил 473 статьи Эйлера, которые поочередно выходили в свет в течение многих лет после кончины Эйлера вплоть до 1830 г.

От Остроградского до Соболева

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 после лишения законно полученного аттестата об окончании Харьковского Императорского университета. В 1825 г. Коши в одной из своих статей характеризовал Остроградского как молодого человека, одаренного большой проницательностью и весьма сведущего в исчислении бесконечно малых[5]. 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.

Остроградский прекрасно понимал значение Эйлера для отечественной науки. Именно он энергично ставил вопрос об издании наследия Эйлера. В по-

[1] Из частного письма Н. Н. Лузина. Цитируется по [1].
[2] Об Эйлере см. [2].
[3] Цитируется по книге К. Рид [3, с. 245].
[4] См. [4, с. 101].
[5] Б. В. Гнеденко в [4, с. 60] дает ссылку на работу Е. Ф. Сабинина, датированную 1901 г.

яснительной записке по этому поводу Остроградский писал: «Эйлер создал современный анализ, обогатив его один сам более, чем все его предшественники вместе, и сделал из него самый могущественный инструмент ума человеческого»[6]. Издание в 28 томах предполагалось осуществить в течение 10 лет, но средств у Академии наук на это не нашлось ни в то время, ни по сей день ...

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

Среди учеников Чебышёва[7] 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[8].

Архив Эйлера принадлежит России, однако издание собрания сочинений Эйлера было осуществлено в Швейцарии. В его подготовке живо участвовали А. М. Ляпунов, А. Н. Крылов, А. А. Марков и В. И. Смирнов. Лучшие умы России старались сохранить идейное наследие Эйлера, о котором В. И. Смирнов, перефразируя фразу Гёте о Моцарте, писал «Эйлер всегда останется чудом, которое не подлежит объяснению»[9]. Уже увидели свет 60 томов *Leonhardi Euleri Opera Omnia*, а завершить 72-томное издание намечено в этом году.

Математика России в 1930-е годы

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[10]:

> 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

[6] Цитируется по [4, с. 101–102], где в качестве источника указан Архив АН СССР, ф. 2, оп. 1844. лл. 13–14.

[7] О Чебышёве см. [5].

[8] История петербургской–ленинградской математической школы отражена в [6]. О ранних годах Соболева немного рассказано в [7].

[9] См. [8, с. 54].

[10] Цитируется по [9, с. 596], где воспроизведена статья в *Весн. Друштва математичара и физичара Народ. Репуб. Србије.* 1957. Т. 9. С. 215–244.

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[11)].

С идеями функционального анализа Соболев знакомился в семинаре, организованном Смирновым. Именно в этом семинаре изучалась классическая книга Дж. фон Неймана по математическим методам квантовой механики. Нейман резко критиковал подход Дирака: «„несобственные“ конструкции (такие, как $\delta(x)$, $\delta'(x), \dots$) лежат за пределами обычно употребляемых математических методов»[12)]. Идеи Неймана вызвали интерес и другого участника семинара Смирнова — Л. В. Канторовича, университетского товарища Соболева, который опубликовал в 1935 году две заметки в «Докл. АН СССР», посвященные проблеме расширения понятия функции в духе К. Фридрихса и содержащие описание обобщенного дифференцирования умеренных периодических распределений[13)].

Представляется совершенно невероятным, чтобы Соболев и Канторович, близкие друзья и участники одного семинара, могли не знать о работах друг друга на родственные темы. Однако ни тот, ни другой никогда не упоминали об этом эпизоде в дальнейшем. Становится ясным, что в те годы между Соболевым и Канторовичем, поддерживавшими теплую и сердечную дружбу до конца своих дней, имело место временное взаимное отчуждение. Понять его природу помогают исключительно острые политические события, развернувшиеся в начале 30-х гг. прошлого века в математической среде Ленинграда и Москвы.

Против старой математической профессуры северной столицы был развернут «ленинградский математический фронт». Главным объектом атаки стал Гюнтер, возглавлявший Петроградское математическое общество с момента его возрождения в 1920 г. Гюнтер был по полной программе обвинен в идеализме и отрыве от практики, получив клеймо «реакционера в общественной жизни» и «консерватора в науке». Под «Декларацией инициативной группы по реорганизации Ленинградского физико-математического общества» от 10 марта 1931 г.,

---

[11)] См., в частности, [10].

[12)] Цитируется по [11, с. 29]. Первое издание датировано 1932 годом. Нейман писал там же, что “Dirac fingierte trotzdem die Existenz einer solchen Funktion” (ср. [11, с. 27]).

[13)] Статьи [12, 13]. В 1991 г. И. М. Гельфанд охарактеризовал эти работы следующим образом: «По существу Леонид Витальевич первым понял значение обобщенных функций и написал об этом задолго до Лорана Шварца» (см. [14]). Статья Соболева «Задача Коши в пространстве функционалов» опубликована в томе 3 Докл. АН СССР за 1935 г. (см. [9, С. 11–13]).

содержащей ужасные обвинения против Гюнтера, поставили свои подписи 13 человек, среди которых были И. М. Виноградов, Б. Н. Делоне, Л. В. Канторович и Г. М. Фихтенгольц. Гюнтер оставил руководство кафедрой и был вынужден написать покаянное письмо, впрочем, также заклейменное «математиками-материалистами». К среде идеалистов был причислен также В. А. Стеклов, скончавшийся в 1926 г.[14)]. К чести Соболева и Смирнова, они не присоединились к публичной травле своих наставников[15)]. Антидотом послужила явная близость научных взглядов учителей и учеников.

Обстановка в математическом сообществе страны мало отличалась от общих нравов той эпохи. Старую профессуру травили и в Москве[16)]. К участию в дрязгах москвичи пытались привлечь и Канторовича, который в те годы входил в число первых специалистов по дескриптивной теории функций и множеств. Канторович от каких-либо нападений на Лузина воздержался, в то время как Соболев был активным членом чрезвычайной академической комиссии по «делу Лузина»[17)].

Трагедия математики в России в 1930-е гг. была всеобщей. Всеобщими были и ее триумфы.

Соболев и бомба

Homo sapiens проявляет себя как человек творящий. Сила человека в способности создавать и передавать идеальные неосязаемые ценности. Математика хранит древнейшие технологии безошибочных интеллектуальных приемов. Наука и искусство доказательных исчислений — математика — расположена в эпицентре культуры. Свобода мышления — это sine qua non личной свободы человека. Математика, положенная в основу мировоззрения, становится гарантом свободы. Творчество Эйлера и лучших представителей его школы дают тому неисчислимые примеры. Не стала исключением и судьба Соболева.

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 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 проекта «Энормоз»[18)] 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 сентяб-

---

[14)] «Декларация» и прочие документы «ленинградского математического фронта» вошли в брошюру [15].

[15)] Досталось и Смирнову, причисленному к правым примиренцам и прикрывателям Гюнтера [15, с. 10, 33].

[16)] Литературные ссылки имеются, в частности, в [16].

[17)] Исторические подробности и стенограммы заседаний Комиссии АН СССР представлены в [17].

[18)] Это название использовалось в оперативной переписке советской разведки.

ря 1942 г.[19]. Спустя несколько месяцев 11 февраля 1943 г. 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.

В Особой папке хранится отчет Курчатова и Кикоина, датированный августом 1945 г. В преамбуле этого документа говорится:

> Работы по использованию внутриатомной энергии урана начались в СССР в 1943 году, когда для этой цели была организована в Академии наук СССР Лаборатория № 2 под руководством академика Курчатова И. В.
>
> Так как лаборатория не имела помещения, оборудования, кадров и урана, ее работа сводилась к анализу полученных нами секретных материалов о работах иностранных ученых над проблемой урана, к расчетам по проверке этих данных и к проведению отдельных экспериментов.
>
> Во второй половине 1944 г. и [в] начале 1945 г. Лаборатории № 2 по решению ГОКО оказана помощь в обеспечении помещением, оборудованием, материалами и кадрами специалистов, что дало ей возможность приступить к проведению собственных исследовательских работ.
>
> Одновременно к разработке отдельных вопросов проблемы урана был привлечен по программе Лаборатории № 2 ряд институтов, конструкторских и проектных организаций СССР (Радиевый, Физический и Энергетический институты АН СССР, Всесоюзный институт минерального сырья, Государственный институт редких металлов, Гос. НИИ-42 НКХП и др.).
>
> Из четырех известных за границей способов получения атомных взрывчатых веществ (урана-235 и плутония-239), а именно: способом «котел уран — графит», способом «котел уран — тяжелая вода», способом диффузионным, способом магнитным, руководящие работники Лаборатории № 2 (академики Курчатов, Соболев, члены-корреспонденты Академии наук Кикоин, Вознесенский) считают, что по трем первым из указанных способов Лаборатория № 2 в настоящее время имеет уже достаточные данные для проектирования и сооружения установок[20].

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. Достаточно привести их перечень из справки для Л. П. Берии от 15 августа 1946 г.[21]:

1. Выбор общей схемы технологического процесса промышленного разделительного завода.
2. Сырье.
3. Проблема фильтров.
4. Нагнетатели (компрессоры).
5. Проблема уплотнения (герметизация) компрессоров и смазка.

[19] Подпись Председателя ГКО И. В. Сталина на подлиннике отсутствует. В приложенном списке на рассылку указано, что полный текст распоряжения был направлен В. М. Молотову, С. В. Кафтанову, А. Ф. Иоффе, В. Л. Комарову, Я. Е. Чадаеву.

[20] Полностью документ приведен в [18, с. 307]. На титульном листе есть пометка рукой И. В. Сталина: «Прочесть».

[21] См. [18, с. 567].

6. Вопросы коррозии материалов в шестифтористом уране.
7. Анализ обогащения легкого изотопа.
8. Проблема регулирования и автоматики.

Соболев работал как в группе по плутонию-239, так и в группе по урану-235[22)], организовал и направлял работу вычислителей, разрабатывал вопросы регулирования процесса промышленного разделения изотопов и отвечал за снижение потерь производства. Его роль в атомном проекте возрастала. В феврале 1947 г. Курчатов пишет Берии:

> Академик С. Л. Соболев до настоящего времени был ознакомлен с материалами Бюро № 2 только в той части, которая относилась к диффузионному методу. В связи с назначением его на должность заместителя начальника Лаборатории № 2 АН СССР я прошу Вашего разрешения ознакомить академика Соболева С. Л. с материалами Бюро № 2 по всем вопросам проблемы[23)].

Испытание 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. Еще в середине 1949 г. Лаборатория № 2 была переименована в ЛИПАН — Лабораторию измерительных приборов Академии наук. Усилия Кикоина и Соболева были сфокусированы на производственной деятельности диффузионного завода. Один из пунктов Постановления Совета Министров СССР № 5472-2086сс/оп от 1 декабря 1949 г. гласил:

> Возложить на т. Соболева С. Л. (заместителя начальника Лаборатории № 2 Академии наук СССР) руководство расчетно-теоретическим сектором Центральной лаборатории комбината № 813[24)], обязав его находиться на комбинате для выполнения указанных работ не менее 50% всего времени (по согласованию с т. Курчатовым И. В.)[25)].

В ЛИПАНе Соболев написал главную книгу своей жизни — «Некоторые применения функционального анализа в математической физике».

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.

Работа в ЛИПАНе добавила Соболеву новые яркие краски в понимании математики. 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.

Выдающую роль в истории отечественной науки сыграли выступления Соболева в октябре 1958 г. на Всесоюзном совещании по философским проблемам естествознания. Детализируя и развивая положения письменного доклада, под-

---

[22)] Об этом см. [18, с. 386].

[23)] Цитируется по [19, с. 432]. На этом совершенно секретном документе, написанном в единственном экземпляре, имеется резолюция от руки: «Согласен. Л. Берия. 21/11–47».

[24)] В настоящее время Уральский электромеханический завод, г. Новоуральск.

[25)] См. [19, с. 363–364].

готовленного совместно с А. А. Ляпуновым[26], Соболев отстаивал свободу науки от идеологического вмешательства, защищал идеи кибернетики и генетики, остро критикуя неоламаркистскую чепуху[27]. В частности, в докладе говорилось, что «ни один ученый не выдвинул бы тезиса о приспособительной наследственности или направленной эволюции, независимой от отбора» [20, с. 252]. В заключительном слове Соболев сказал[28]:

> ... 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 ...

Материалы конференции были опубликованы значительным тиражом[29], показав академическому сообществу страны, что защита науки может осуществляться не только в почтительной форме личных или коллективных писем в ЦК КПСС.

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.

Новая производная — новое исчисление

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. В своем знаменитом курсе дифференциального исчисления он писал[30]:

> Когда некоторые количества зависят от других таким образом, что при изменении последних и сами они подвергаются изменениям, то первые называются функциями

[26] Опубликован в [20, с. 237–260].

[27] Всем было ясно, что объект критики — Т. Д. Лысенко.

[28] См. [20, с. 572].

[29] Книга была подписана к печати 22.10.1959. Следует напомнить, что 29.06.1959 Н. С. Хрущев выступил на Пленуме ЦК КПСС с докладом, где хвалил Т. Д. Лысенко и ругал как научный вклад Н. П. Дубинина, так и руководство Сибирского отделения за назначение Н. П. Дубинина директором Института цитологии и генетики СО АН СССР (см. [21, с. 192–199]).

[30] См. [22, с. 38; 23].

> вторых. Это наименование имеет чрезвычайно широкий характер; оно охватывает все способы, какими одно количество может определяться с помощью других. Итак, если x обозначает переменное количество, то все количества, которые как-либо зависят от x, т. е. определяются им, называются его функциями.

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[31)], открыв дорогу новым исследованиям. Достижения Лебега и Соболева продолжили размышления их гениальных предшественников и осветили путь математиков нашего времени[32)].

Соболев был среди пионеров применения функционального анализа в математической физике, создав свою теорию в 1935 г. В работах Лорана Шварца[33)], 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[34)]:

> Обобщенные функции так же, как и обычные функции, могут быть подвергнуты преобразованию Фурье. Можно сказать больше. 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[35)].

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.

---

31) Неевропейские корни анализа мало исследованы. В частности, по поводу Секи Таказу Кова и Мадхава из Сангамаграма см. [24, с. 310; 25].

32) О предыстории теории распределений см. [26]. Знаменитый спор Эйлера и Даламбера о колеблющейся струне открыл дорогу поискам обобщений понятия решения дифференциального уравнения (см. [26, с. 15–24] и [27]). В свободе Эйлера при обращении с расходящимися рядами легко видеть отблески будущей теории распределений (см. [2, с. 187–188]).

33) Взгляды Л. Шварца на открытие теории распределений представлены в его автобиографии [28]. Дополнительные литературные ссылки имеются в [29].

34) Соболев отсчитывал теорию обобщенных функций от своей работы 1935 г. и указывал: «Теория обобщенных функций была позднее разработана Л. Шварцем [21], который, в частности, рассмотрел и исследовал преобразование Фурье обобщенных функций» (см. [30, с. 355]). Здесь имеется курьезная опечатка: правильная ссылка на двухтомник Шварца — [47].

35) См. [30, с. 415].

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.

Соболев слышал будущее и дарил людей своими пространствами[36]. Его открытия стали триггером многих революционных изменений математики, счастливыми свидетелями и участниками прогресса которой мы являемся.

Последняя серия математических работ Сергея Львовича Соболева была посвящена тонким свойствам корней полиномов Эйлера ...

ЛИТЕРАТУРА

1. *Брылевская Л. И.* Миф об Остроградском: правда и вымысел // Историко-математические исследования. Вторая серия. М.: Янус-К, 2002. Вып. 7

2. *Varadarajan V. S.* Euler through time: A new look at old Themes. Amer. Math. Soc., 2006.

3. *Рид К.* Гильберт. С приложением обзора Германа Вейля математических трудов Гильберта. М.: Наука, 1977.

4. *Гнеденко Б. В.* Михаил Васильевич Остроградский. М.: ГИТТЛ, 1952.

5. *Прудников В. Е.* Пафнутий Львович Чебышев. Л.: Наука, 1976.

6. *Математика в Петербургском–Ленинградском университете* / под ред. В. И. Смирнова. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1970

7. *Сергей Львович Соболев.* Страницы жизни в воспоминаниях современников / под ред. М. Д. Рамазанова. Уфа: ИМВЦ УНЦ РАН, 2003.

8. *Владимир Иванович Смирнов* (1887–1974). Изд. 2-е / под ред. О. А. Ладыженской, В. М. Бабича. М.: Наука, 2006.

9. *Соболев С. Л.* Избранные труды. Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 2006. Т. 2.

10. *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.

11. *Нейман Иоганн фон.* Математические методы квантовой механики. М.: Наука, 1964.

12. *Канторович Л. В.* О некоторых общих методах расширения пространства Гильберта // Докл. АН СССР. 1935. Т. 4, № 3. С. 115–118.

13. *Канторович Л. В.* Некоторые частные методы расширения пространства Гильберта // Докл. АН СССР. 1935. Т. 4, № 4/5. С. 163–167.

14. *Гельфанд И. М.* Леонид Канторович и синтез двух культур // Леонид Витальевич Канторович — человек и ученый. Новосибирск: Гео, 2002. Т. 1. С. 162–163.

15. *На ленинградском математическом фронте* / под ред. Л. А. Лейферта, Б. И. Сегала, Л. И. Федорова. М.; Л.: Гос. социально-эконом. изд-во, 1931.

16. *Кутателадзе С. С.* Корни дела Лузина // Сиб. журн. индустр. мат. 2007. Т. 10, № 2. С. 85–92.

17. *Дело академика Николая Николаевича Лузина* / под ред. С. С. Демидова, Б. В. Левшина. СПб.: Русский христианский гуманитарный ин-т, 1999.

18. *Атомный проект СССР.* Документы и материалы. Т. II: Атомная бомба 1945–1954. Кн. 2 / под ред. Л. Д. Рябева. М.; Саров: Наука, 2000.

19. *Атомный проект СССР.* Документы и материалы. Т. II: Атомная бомба 1945–1954. Кн. 4 / под ред. Л. Д. Рябева. М.; Саров: Наука, 2000.

20. *Философские проблемы современного естествознания* / под ред. П. Н. Федосеева и др. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959

21. *Николай Петрович Дубинин* и XX век / Л. Г. Дубинина, И. Н. Овчинникова (сост.). М.: Наука, 2006.

22. *Эйлер Л.* Дифференциальное исчисление. Л.: Гостехиздат, 1949.

[36] Б. Л. Пастернак в безымянном стихотворении с первой строкой «Быть знаменитым некрасиво», датированном 1956 г., писал (см. [31, с. 74]):

Но надо жить без самозванства,
Так жить, чтобы в конце концов
Привлечь к себе любовь пространства,
Услышать будущего зов.

23. *Ruthing D.* Some definitions of the concept of function from Joh. Bernoulli to N. Bourbaki // Math. Intelligencer. 1984. V. 6, N 4. P. 72–77.
24. *Eves H.* An introduction to the history of mathematics. Philadelphia etc.: Saunders Collins Publ., 1983.
25. *Joseph G. G.* The crest of the peacock: The non-European roots of mathematics. Princeton: Princeton Univ. Press, 2000.
26. *Lützen J.* The prehistory of the theory of distributions. New York etc.: Springer-Verl., 1982.
27. *Демидов С. С.* О понятии решения дифференциальных уравнений с частными производными в споре о колебании струны в XVII веке // Историко-математические исследования. М.: Наука, 1976. Вып. 21. С. 158–182.
28. *Schwartz L.* A mathematician grappling with his century. Basel etc.: Birkhaüser, 2001.
29. *Кутателадзе С. С.* Сергей Соболев и Лоран Шварц // Вестн. РАН. 2005. Т. 75, № 4. С. 354–359.
30. *Соболев С. Л.* Введение в теорию кубатурных формул. М.: Наука, 1974.
31. *Пастернак Б. Л.* Собрание сочинений в пяти томах. М.: Художественная литература, 1969. Т. 2.

Статья поступила 25 января 2008 г.

Кутателадзе Семён Самсонович
Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН,
пр. Академика Коптюга, 4, Новосибирск 630090
sskut@math.nsc.ru