

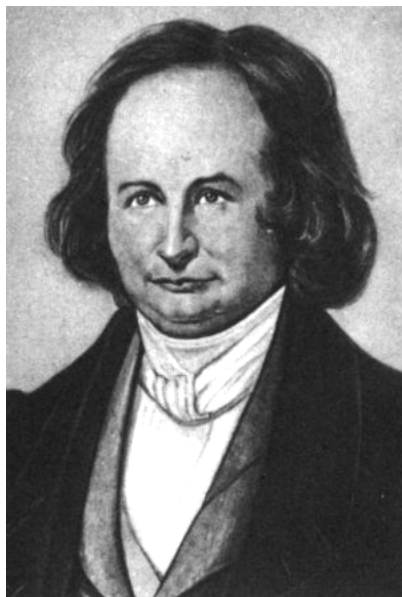
С.И. Алешников

КАРЛ-ГУСТАВ ЯКОБ ЯКОБИ

В статье представлена краткая биография выдающегося немецкого математика Карла-Густава Якоба Якоби, научная деятельность которого тесно связана с Кёнигсбергским университетом – Альбертиной. Дан обзор его работ в области теории функций, теории чисел и алгебраической геометрии, способствовавших становлению современных математических методов защиты информации.

12

In the article is presented the brief biography of the famous German mathematician Carl Gustav Jacob Jacobi the work whose is with the university Königsberg–Albertina bounded. Here is an review his works in function theory, number theory and algebraic geometry presented, which is the formation of modern methods of the data protection contributed.



Он проник почти во все области разросшейся за 2000 лет до невероятных размеров науки. Всюду, куда устремлялся его творческий дух, им были получены важные и глубокие результаты, введены новые основополагающие идеи, математическая изощренность поднята на более высокую ступень. Его научная деятельность продолжалась чуть более четверти века – относительно небольшой срок в сравнении с предыдущими математиками первого ранга; всего лишь половину того времени, в течение которого творил Эйлер, один из величайших математиков всех времен. Тем не менее, он был почти также многосторонен и продуктивен, как и сам Эйлер. Как и Эйлер, он использовал все

средства современной ему науки, ежеминутно они были в его распоряжении.

Так говорил Густав Дирихле (Gustav Dirichlet), выдающийся немецкий математик, на ежегодном заседании Прусской академии наук 1 июля 1852 г. о своем коллеге академике Карле-Густаве Якобе Якоби по поводу кончины последнего.

К.-Г.Я. Якоби родился 10 декабря 1804 г. в Потсдаме. Он был одним из четырех детей банкира Симона Якоби и рос в самых благоприятных



условиях, в состоятельной семье с широким кругом интересов, в соприкосновении со всеми возможностями образования, которые давало то время. У Карла были сестра, Тереза, и два брата, Мориц (Moses) и Эдуард. Семья Якоби принадлежала к высшим слоям еврейской общины Потсдама. В их доме говорили по-английски и по-французски. Постоянными гостями были высшие служащие провинции. После смерти отца его дело продолжил младший брат Эдуард, но неуспешно. В дальнейшем он руководил созданным им самим экономическим отделом газеты «Kreuzzeitung». Старший брат Карла, Мориц, учился в Берлинском и Геттингенском университетах, по окончании которых поступил на государственную службу. Позже он переехал к брату в Кёнигсберг. В 1835 г. он получил приглашение в качестве экстраординарного профессора в университет г. Тарту (Dorpat), а в 1837 г. — в университет Санкт-Петербурга. О судьбе Терезы Якоби ничего не известно.

Свои первые познания в математике и языках Карл приобрел под руководством своего дяди Ф.А. Лемана (F.A. Lehmann), бывшего его единственным учителем на протяжении пяти лет. В возрасте неполных 12 лет в ноябре 1816 г. он поступил во второй класс Потсдамской гимназии, откуда, по прошествии полугода был переведен в первый. Через четыре года обучение в гимназии успешно завершилось. Уже в старших классах он познакомился с эйлеровским *Introductio in analysis infinitorum*.

В 1821 г. неполных 16 лет от роду Якоби стал студентом Берлинского университета. До поступления в университет он носил имя Жак-Симон (Jacques-Simon). В студенческие годы он сменил веру на христианскую, а именно, на протестантскую и соответственно имя на Карл-Густав-Якоб. Позже новые поколения студентов звали его «дядя Жак». Следует отметить, что время после разгрома Наполеона в 1812 г., несмотря на «эдикт об эмансипации» (*Emanzipationsedikt*), было для немецких евреев весьма неблагоприятным. Обычной была практика притеснения и ограничения в правах. Вплоть до 1847 г. евреи не могли быть «хабилитированы» в Пруссии. Единственную возможность университетской карьеры давала смена веры. Сам Якоби утверждал, что он сменил веру вследствие внутренних убеждений, полученных при изучении классической филологии, истории и философии. Фактически же вышло так, что смена веры позволила ему в дальнейшем стать первым еврейским математиком, который занял в Германии ведущее положение.

Первоначально Якоби увлекся древними языками и в течение некоторого времени был активным участником университетского семинара по классической филологии, руководимого профессором Бёком (Voeckh). Бытовавший в этих кругах идеал высокой чистой научной культуры и выработанная здесь система преподавания сыграли определяющую роль в его дальнейшей педагогической деятельности. Его знания языков, особенно древнегреческого, математики и истории, характеризовались преподавателями как отличные и весьма основательные. Его называли «универсальным умом, обладающим необычайными



способностями и высоким духом, охватывающим и понимающим все без устали». Ему не хватало обычных университетских лекций, и тогда его учителями стали Эйлер, Гаусс, Лагранж, Лаплас, работы которых Якоби изучал. Особенно его восхищали труды Гаусса. В 20-летнем возрасте по окончании университета с большим успехом он выдержал государственный экзамен и тут же начал работу над докторской диссертацией.

Осенью 1825 г. Якоби становится доктором. По отзывам экзаменатора, он продемонстрировал необычайную самостоятельность и оригинальность. Вследствие этого ему было разрешено совместить защиту докторской работы и «хабилитацию», т.е. одновременно получить и доцентуру. Читая лекции в Берлине, он, по свидетельству его тогдашних слушателей, выказал столь незаурядный педагогический талант, что уже после полугода работы в 1826 г. по его желанию был послан как приват-доцент в университет Кёнигсберга на место умершего ординарного профессора математики Фридриха Вреде (Friedrich Wrede). В то время Кёнигсбергский университет (вместе с его астрономической обсерваторией) был одним из ведущих научных центров Германии. В нем работали философ и педагог Иоганн Фридрих Герbart (Johann Friedrich Herbart), астроном Фридрих Вильгельм Бессель (Friedrich Wilhelm Bessel) и другие известные ученые. В то же самое время Крелль (Crelle) в Берлине основал свой знаменитый математический журнал «Чистой и прикладной математики» и тогда же началось сотрудничество Якоби с этим журналом.

В Кёнигсберге в течение семнадцати лет Якоби развил грандиозную деятельность сначала как доцент, а потом как экстраординарный (1827 г.) и ординарный (1831 г.) профессор. В качестве штриха, характерного для поведения Якоби, отметим, что при его вступлении в должность на кёнигсбергском факультете возникли известные трудности, «так как каждому из членов факультета он сказал что-нибудь язвительное». Но в конце концов победу одержало все-таки неоспоримое значение его научных достижений. Благодаря усилиям Бесселя, Якоби и физика Ф.Э. Неймана (F.E. Neumann) Кёнигсбергский университет в первой половине XIX в. превратился в крупнейший центр математических, физических и астрономических исследований. С 1829 г. Якоби — член-корреспондент Берлинской академии наук, с 1836 г. — иностранный член и с 1844 г. — действительный ординарный член академии.

11-го сентября 1831 Якоби сочетался браком с Марией Швинк (Marie Schwink), дочерью крупного торговца из Кёнигсберга. Они имели трех дочерей и пятерых сыновей.

Якоби обладал не только тягой к чисто научному познанию, но и живой потребностью изложить познанное. Эта склонность воздействовать на других выразилась в виде блестящего педагогического таланта. Существенную часть своего времени он тратил на образование своих учеников. Отличительной чертой его лекций была живая связь собственных научных исследований с учебным материалом. В лекциях не было ничего завершенного. Поставленные им исследовательские за-



дачи разжигали интерес слушателей. Он вынуждал их к напряженной умственной работе. Этой же цели служил и физико-математический семинар, основанный совместно с Нейманом при поддержке Бесселя, на котором студенты занимались собственной научной работой. Фактически это была реформа методики преподавания. Семинар стал фундаментом так называемой кёнигсбергской научной школы и просуществовал более 100 лет.

Якоби был предназначен для того, чтобы создать большую школу, которой суждено было долгое процветание. Так называемая «кёнигсбергская школа», основанная Якоби и Францем Нейманом, была первым подобного рода явлением в Германии, приобретшим длительное влияние. Кёнигсбергский университет превратился в центр точных наук. Мощный импульс, исходивший от Якоби, распространялся далеко за пределы Кёнигсберга. Линдемман (Lindemann) говорил «о длительном времени возрождения математики в Германии, которым мы обязаны кёнигсбергской школе». Все германские университеты испытали на себе ее воздействие. В Германии непосредственными учениками Якоби были такие известные ученые, как Кирхгофф, Клебш и Гессе. Более того, в то время почти все кафедры математики и математической физики немецких высших учебных заведений занимали питомцы кёнигсбергской школы.

Влияние Якоби распространялось и за пределами Германии. Ведущие математики Франции 40-х годов XVIII в. Эрмит и Лиувилль, Кэли в Англии считали себя учениками Якоби. Якоби был членом Лондонского Королевского общества, членом-корреспондентом Мадридской и Парижской академий. В 1830 г. Якоби стал членом-корреспондентом, а затем в 1830 г. и почетным членом Петербургской академии наук. Поддерживал тесные научные связи с российскими математиками: М.В. Остроградским, И.Д. Соколовым, О.М. Тихомандрицким, М.Д. Брашманом и другими. Его брат Мориц (Борис Семенович) Якоби, избранный в 1837 г. академиком, жил и работал в Петербурге, занимаясь экспериментальным исследованием электрических явлений.

Исключительно энергичная деятельность Якоби в Кёнигсберге привела его в 1843 г. к истощению сил. Почти год он вынужден был провести на отдыхе, путешествуя по Италии. Климат Кёнигсберга неблагоприятно влиял на его здоровье, поэтому он принял приглашение в Берлин, где ему была предложена чисто академическая должность без определенных педагогических обязанностей. Вместе с Дирихле, Штейнером (Steiner) и Миндингом (Minding), работавшими в Берлине, он содействовал подъему берлинской математической школы. Однако прежняя работоспособность больше к нему не возвращалась.

В последние годы жизни Якоби увлекся политической деятельностью. Летом 1848 г. в Конституционном клубе он выступил речью в защиту конституционной монархии, которая сопровождалась продолжительными аплодисментами, чем снискал неудовольствие тогдашнего министра Ладенберга (Ladenberg). Первой реакцией властей было отклонение его кандидатуры на должность ординарного профес-



сора Берлинского университета. Вскоре он получил уведомление об отказе короля выплачивать ему жалование. Поскольку по состоянию здоровья он не мог вернуться в Кёнигсберг, то он перевез жену и 7 малолетних детей к своему другу Хансену (Hansen), известному астроному, в то время как сам был вынужден жить в отеле Лондрес в Берлине. Лишь благодаря посредничеству Александра фон Гумбольдта и великодушию короля в конце 1849 г. его жалование было восстановлено и даже увеличено. Волнения последнего года окончательно подорвали здоровье Якоби. После рождественских каникул в начале 1851 г. он заболел гриппом. После недолгого выздоровления 11 февраля он заболел вновь, но теперь уже оспой. Скончался Карл-Густав Якоб Якоби 18 февраля 1851 г.

Якоби проводил исследования почти во всех областях математики. Его первой публикацией была диссертация. Его последняя публикация датирована 10 января 1851 г. Чрезвычайно плодотворное математическое соревнование Якоби с Нильсом Хенриком Абелем (Niels Henrik Abel) привело к построению теории эллиптических функций. Центральной идеей было рассмотреть эллиптический интеграл первого рода не как функцию предела интегрирования, а наоборот, предела интегрирования — как функции интеграла. Беря синус и косинус полученной функции, Якоби получил эллиптические функции. Введение вместе с Абелем мнимых величин выявило двоякую периодичность эллиптических функций и придало теории необычайно элегантный вид, отмеченный Лежандром. Якоби ввел и изучил тета-функции, с помощью которых можно было выразить эллиптические, и которые сам он считал своим лучшим творением в чистой математике. Он вывел формулы для эллиптических интегралов третьего рода. Изучая сложение абелевых интегралов сначала в гиперэллиптическом случае, он доказал теорему Абеля в общем случае. Известна принадлежащая Якоби проблема обращения гиперэллиптических функций, разрешенная в общем виде лишь Риманом (G.F.V. Riemann).

Он существенно продвинулся в решении задачи деления круга и ее приложений к теории чисел, в частности к теории кубических и биквадратичных вычетов. Ему принадлежит обобщение символа Лежандра и формулировка закона взаимности для степенных вычетов пятой и восьмой степеней. Суммы Якоби служат важнейшим инструментом исследования в теории чисел и арифметической геометрии до сегодняшнего дня.

Возникающие в вариационном исчислении дифференциальные уравнения носят имя Якоби. Он ввел и исследовал класс ортогональных многочленов, являющихся обобщением многочленов Лежандра — так называемые многочлены Якоби, и применил их к решению гипергеометрических дифференциальных уравнений. Ему принадлежат методы интегрирования системы линейных дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка. Его имя носит многообразие, обладающее структурой группы, соответствующее всякой алгебраической кривой. Он ввел в употребление функциональные опреде-



лители — якобианы — и указал на их роль при замене переменных в кратных интегралах и при решении уравнений с частными производными. Он открыл закон инерции квадратичных форм.

В области астрономии он провел численные исследования возмущений эллиптических орбит планет, продвинулся в решении задачи трех тел в небесной механике, указав для нее ряд новых методов, ввел канонические координаты, носящие его имя, доказал теорему исключения узлов, внес существенный вклад в решение задачи определения формы небесного тела. После смерти Бесселя он оказался его научным наследником, рассчитав движение планеты Нептун и тем самым предвосхитив ее открытие.

В физике он создал теорию Гамильтона-Якоби, оказавшуюся весьма плодотворной для дальнейшего развития механики. Он применил эллиптические функции в теории волчка и для расчета геодезических линий на эллипсоиде. Ему принадлежит доказательство теоремы Якоби-Пуассона о выводе новых интегралов из уже известных для произвольной системы дифференциальных уравнений механики. Он сформулировал принцип наименьшего действия в аналитической механике. Якоби отличала тонкая физическая интуиция. Он был единственным из ведущих ученых того времени, сумевшим понять работу Гельмгольца «О возникновении силы».

Во время путешествия по Италии в 1843 г. в одной из застольных речей Якоби был назван представителем истинно практической науки, на что он возразил, что высшая наука, как и искусство, всегда непрактичны и что именно к этому он всегда стремился. В другом месте он заметил, что для науки особая честь — не иметь практической пользы. В письме к Лежандру он писал, что единственной целью науки является уважение человеческого духа и что при таком требовании вопрос о числах столь же ценен, что и вопрос о вселенной. Несмотря на то, что сам он занимался приложениями математики к физике и астрономии, постановку математических задач из физических соображений считал неестественной. Для него, как и для Эйлера с Лагранжем, математика оставалась аналитическим искусством, доставляющим удовольствие. Якоби вслед за Гауссом считал, что математика есть центр науки, что понятия математики есть понятия науки вообще, что все ученые должны стремиться стать математиками. Однажды он написал своему брату Морицу: «Жизнь богов есть математика... моя жизнь подобна жизни богов». Это понимание математики как чистой, не опирающейся на опыт и не зависимой от приложений науки, было перенесено как часть духа кёнигсбергской школы на другие университеты Германии в то время, когда их кафедрами математики руководили бывшие кёнигсбержцы.

В последнюю треть XX века математика приобрела новое лицо. Самые абстрактные идеи и теории, возникшие как порождение чистой логики, неожиданно оказались в центре новых приложений. Более того, они оказались одной из основных движущих сил развития этих приложений. Теория эллиптических функций и теория тета-функций,



суммы Якоби и круговые поля, якобианы алгебраических кривых — это весьма неполный перечень созданного Якоби, что спустя более 150 лет со времени их открытия составило математическую основу современных методов защиты информации. В этом и состоит, видимо, печать гения.

Список литературы

1. Дирихле П.Г.Л. Карл Густав Яков Якоби: Биографический очерк, составленный Леженьем Дирихле для своей речи в память Якоби, произнесенной в заседании Берлинской академии наук 1 июля 1852 г.
2. Лавринович К.К. Альбертина: Очерки истории Кёнигсбергского университета. К 450-летию со времени основания / Калинингр. гос. ун-т. — Калининград: Кн. изд-во, 1995.
3. Königsberger L. Carl Gustav Jacob Jacobi. Festschrift zur der hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages. — Leipzig: Druck und Verlag von B.G. Teubner, 1904.
4. Königsberger L. Carl Gustav Jacob Jacobi. Rede zu der von dem internationalen Mathematiker-Kongress in Heidelberg veranstalteten Feier der hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages gehalten am 9. August 1904. — Leipzig: Druck und Verlag von B.G. Teubner 1904.
5. Pieper H. Carl Gustav Jacob Jacobi (1804–1851) // Die Albertus-Universität zu Königsberg und ihre Professoren: aus Anlaß der Gründung der Albertus-Universität vor 450 Jahren / hrsg. von Dietrich Rauschnig; Donata v. Nerée. — Berlin: Duncker & Humblot, 1995.

Об авторе

С.И. Алешников — канд. техн. наук, доц., КГУ, cyber@albertina.ru