

К 175-летию Софьи Ковалевской. «Математическая русалка».

15 января 2025

Автор: Ерохина Ксения, пресс-служба МИФИ

Имя Софьи Ковалевской (1850 – 1891) зачастую ассоциируется у широкой публики, прежде всего, с борьбой за права женщин на получение образования в высших учебных заведениях. Действительно, она стала первой в мире женщиной-профессором математики. В России путь женщинам в университет тогда был закрыт, ей пришлось фиктивно выйти замуж и уехать за границу: она училась в Гейдельберге, в 24 года получила степень доктора философии в Геттингентском университете, читала курсы лекций в Стокгольмской высшей школе, где ей было присвоено пожизненное звание профессора. Но в первую очередь она была большим ученым. Ковалевскую можно смело назвать выдающимся, даже великим математиком, стоящим в одном ряду с такими гигантами как Эйлер, Лагранж и Пуанкаре. Сегодня ее день рождения.



Софья Ковалевская. Фотография около 1868 г.

В чем же состоит ее вклад в математику? Насколько ее работы актуальны сегодня? Софья Ковалевская написала всего 10 работ – по математической физике, абелевым интегралам, небесной механике. Это не так много для математика ее уровня. Но и немало, учитывая, что прожила она всего 41 год. Главным своим достижением она считала работу «О движении твердого тела вокруг неподвижной точки под влиянием силы тяжести». За нее Ковалевская получила в 1888 году премию Бордена Парижской академии наук, причём не 3000 франков, как было обещано соискателям, а 5000 франков – настолько академики были восхищены, и решение их было единогласным. Работы на эту премию подавались анонимно, единственно, что хоть как-то характеризовало личность конкурсанта – они были снабжены девизами, и девиз Ковалевской был таким: «Говори, что знаешь, делай, что должен, и пусть будет, что будет» ... А через год еще одна ее работа на ту же тему была удостоена премии Шведской академии наук, после чего Ковалевская (наконец!) была избрана членом-корреспондентом физико-математического отделения Российской академии наук.

Вот как сама Софья Васильевна писала в автобиографическом рассказе о своей работе «О движении твердого тела...»: *«Вообще в истории математики можно указать на немного вопросов, которые, подобно этому, заставляли бы так сильно желать своего решения, и к которым было бы приложено столько же лучших сил и упорного труда, не приводивших в большинстве случаев к существенным результатам. Недаром среди немецких математиков он носит название «Die mathematische Nixe» (математическая русалка – ред.). Почему русалка? Видимо, в силу неуловимости этого сказочного существа – эту сложную задачу пытались решить многие выдающиеся ученые. Но, наверно, неслучайно задача эта далась такой пленительной женщине, какой была Ковалевская – она и сама немного похожа на русалку. Достоевский, сватавшийся к ее сестре Анне, отмечал, что у Софьи было необыкновенно выразительное лицо и цыганские глаза. Ковалевской было тогда 13 лет, и она была влюблена в него.*

Позже, уже за границей, чуткое и сострадательное сердце диктовало ей необходимость деятельно сочувствовать социалистическим идеям и ухаживать за ранеными участниками Парижской коммуны, воображение – писать художественные и автобиографические повести, драмы и стихи, сильный и гибкий ум был прекрасным инструментом для ее ученых изысканий, а живой темперамент и трудолюбие помогали переносить невзгоды. Великий норвежский писатель Генрик Ибсен как-то сказал, что написать биографию Ковалевской – значит создать поэму о ней.



С.В. Ковалевская в 1880 г. Стокгольм

«Ковалевской принадлежит замечательная фраза, которую я часто повторяю студентам: «Математик – это всегда поэт в душе». «Мне это очень близко», – говорит заведующий кафедрой прикладной математики, профессор НИЯУ МИФИ Николай Кудряшов. – В МИФИ я, наверно, самый верный ученик и последователь Ковалевской, потому что я применяю тот же подход, который использован в ее знаменитой работе «О движении твердого тела...». В чем там дело? Ковалевская была ученицей знаменитого математика Карла Вейерштрасса, именно он предложил ей эту задачу – рассмотреть систему дифференциальных уравнений, описывающих волчок на комплексной плоскости. Некоторые математики до сих пор не согласны с таким подходом, а зря – аппарат теории функции комплексной переменной очень эффективно работает и приводит к новым интересным результатам как раз на комплексной плоскости, поскольку существенно расширяет возможности поиска аналитических решений. Систему из шести нелинейных уравнений, описывающих движение твердого тела вокруг неподвижной точки, Леонард Эйлер вывел в 1755 году. Он также нашел и частный случай решения этой задачи – аналитическое решение этой системы уравнений в простейшем случае.

Спустя 50 лет Жозеф Луи Лагранж нашел второй частный случай. Больше никто не мог продвинуться в решении этой задачи вплоть до работы Софьи Ковалевской. Для того чтобы найти общее решение задачи, надо было иметь шесть первых интегралов. Пять из них были известны. Ковалевская смогла найти условия на значения параметров математической модели (три момента инерции и три координаты центра тяжести), при которых находится общее решение».

Ковалевская была первым человеком, который использовал методы аналитической теории дифференциальных уравнений для построения аналитических решений. При этом для анализа конкретной физической задачи она применила принципиально новый подход: провела анализ решения системы уравнений на комплексной плоскости и нашла условия, когда решение на комплексной плоскости не имеет критических подвижных особых точек. Именно наличие этого свойства позволило ей найти условия на параметры математической модели.

Оказалось, что для системы уравнений, описывающей волчок, есть три случая: Эйлера, Лагранжа, Пуассона (частный случай Лагранжа) и новый, самый сложный случай, когда общее решение системы уравнений не имеет критических подвижных точек. Случай Ковалевской был самым сложным и самым трудным. Поэтому при решении задачи о волчке она пошла дальше этих великих математиков. После Ковалевской волчком занимались многие исследователи, но сравнимого с ней результата никому получить так и не удалось.

Под влиянием работы Ковалевской французский математик Эмиль Пикар предложил рассмотреть определенный класс дифференциальных уравнений второго порядка – за эту задачу взялся другой знаменитый французский математик и политик Поль Пенлеве. Со своими учениками он в течение 15 лет занимался анализом уравнений второго порядка определенного класса и рассмотрел все канонические уравнения второго порядка первой степени, решения которых не имеют критически подвижных особых точек – их оказалось пятьдесят. Это была еще более колоссальная работа, чем у Ковалевской: сорок четыре уравнения выражались через известные ранее функции, а решения шести уравнений были найдены впервые. *«Оказалось, что решения уравнений Пенлеве определяют новые специальные неклассические функции, которые не выражаются через алгебраические операции – продолжает Николай Кудряшов. – В течение почти ста лет считалось, что кроме этих шести уравнений других таких уравнений нет. Но в 1996 году, во время конференции «100 лет свойству Пенлеве», я догадался, какие еще уравнения имеют свойства, аналогичные уравнениям Пенлеве. В результате мною были предложены две иерархии уравнений – иерархия первого уравнения Пенлеве и иерархия второго уравнения Пенлеве, решения которых имеют такие же свойства, как и уравнения Пенлеве второго*

порядка. Полагаю, что это была одна из лучших моих работ. Позже были предложены и несколько других уравнений. Сейчас эти уравнения изучаются в нескольких зарубежных университетах. Метод Ковалевской я часто использую – он наиболее прост, даже для уравнения частных производных».

«Сейчас отсутствие критических подвижных точек у общего решения называется свойством Пенлеве, хотя было бы более справедливо называть его свойством Ковалевской, ведь она первая в одиночку и вручную проделала титанические вычисления. Пенлеве проделал более сложную работу, и, наверно, поэтому это свойство называется его именем. Но все равно Ковалевская со своей работой останется в истории науки на века», – заключает Кудряшов.



Усадьба в Полибино, где Ковалевская (урожденная Корвин-Круковская) прожила с 8 до 18 лет

Если будете когда-нибудь проезжать деревню Полибино близ города Великие Луки в Псковской области, обязательно посетите [музей-усадьбу Софьи Ковалевской](#). Здесь она выросла, здесь началась ее любовь к математике – с уроков ее дяди, Петра Васильевича Корвин-Круковского, проявлявшего «глубочайшее уважение» к этой науке и рассказывавшего ей о квадратуре круга и асимптоте. Но еще раньше девочку заворожили математические формулы на стенах комнаты – при переезде семьи в полибинский дом не хватило обоев на одну из детских комнат и стену оклеили подвернувшимися под руку листами из печатного издания лекций по

дифференциальному и интегральному исчислению академика Остроградского. Она простаивала перед ними часами.

«Русская развитая женщина» – так назвал свою статью памяти Ковалевской философ и революционер Петр Лавров: *«Она была женщина мысли, и женщина впечатлительная ко всем явлениям жизни. Формулируя это одним словом – она была женщина развитая»*. Её именем названы улицы и школы в разных городах России и мира, гора, хребет и долина на острове Шпицберген, залив в Карском море, лунный кратер и астероид №1859. И теперь уже в ее честь отделение математических наук РАН ежегодно присуждает Премию имени С.В. Ковалевской.



С дочерью Софьей (Фуфой). Дочь окончила Санкт-Петербургский женский медицинский институт, работала врачом, перевела со шведского языка многие работы С. В. Ковалевской

Источник: официальный сайт НИЯУ МИФИ, 15 января 2025 года

<https://mephi.ru/press/news/23925>