

УДК 531 (092)

К 150-летию со дня рождения С.А. Чаплыгина

Выдающийся механик XX века

В.М. Фомин, Б.М. Меламед

*Институт теоретической и прикладной механики
им. С.А. Христиановича СО РАН, Новосибирск*

E-mail: fomin@itam.nsc.ru

Писать о таком выдающемся ученом, как Сергей Алексеевич Чаплыгин, который родился 150 лет назад и умер, когда многие из ныне живущих, еще не родились, достаточно сложно: приходится использовать как труды библиографов, так и воспоминания выдающихся ученых, которые с ним работали. В этой статье использованы материалы из книги об академике С.А. Чаплыгине, подготовленной ЦАГИ [1], библиографического очерка член-корреспондента АН СССР В.В. Голубева [2], воспоминания академиком М.В. Келдыша, С.А. Христиановича и других.

Сергей Алексеевич Чаплыгин — один из выдающихся механиков нашего времени — принадлежал к тем замечательным русским ученым, труды которых прокладывали новые пути в познании природы и служили фундаментом для развития современной техники. Он родился 5 апреля 1869 года в Рязанской губернии, в городе Раненбурге. Его отец, Алексей Тимофеевич, служил продавцом в лавке, а мать, Анна Петровна, вела домашнее хозяйство. Когда Сереже было два года, отец умер от холеры, а мать вскоре вышла вторично замуж и переехала вместе с сыном в Воронеж, где на кожевенной фабрике работал ее новый муж Семен Николаевич Давыдов. Сережа рос вдумчивым, не по летам серьезным мальчиком. Он рано научился читать и считать, обладал выдающимися способностями и блестящей памятью.

Окончив в 1886 году гимназию с золотой медалью, Сергей Чаплыгин поступает на физико-математический факультет Московского университета, где ему читают лекции такие известные ученые, как Б.К. Млодзеевский, А.Г. Столетов, Ф.А. Бредихин, Н.Е. Жуковский. Он прилежно занимается, не пропускает ни одной лекции и дает частные уроки, чтобы заработать себе на жизнь.

Поступая в университет, Сергей думал специализироваться по чистой математике, но под влиянием лекций профессора Жуковского



Академик Сергей Алексеевич Чаплыгин

увлекся механикой. Н.Е. Жуковский сразу обратил внимание на блестящие способности Сергея Чаплыгина. По совету профессора Сергей начинает свой первый научный труд по гидродинамике «О движении тяжелых тел в несжимаемой жидкости». Это исследование, представленное в 1890 году С.А. Чаплыгиным в качестве дипломной работы, было награждено университетом золотой медалью.

Начав свою научную деятельность с решения сложных классических проблем механики в области теории движения твердого тела в жидкости и теории неголономных систем, он обнаружил блестящий дар ученого, владеющего самыми сложными аналитическими методами науки, извлекающего из них ясные геометрические закономерности движения. В конце XIX–начале XX века С.А. Чаплыгин вместе с Н.Е. Жуковским встал во главе нового направления механики, связанного с решением конкретных практических задач. Так ими была создана новая наука — аэродинамика, которая стала основой развития авиации.

Особое место не только в творчестве С.А. Чаплыгина, но и в истории механики двадцатого века занимает его докторская диссертация «О газовых струях» [3] впервые напечатана отдельным изданием в 1902 году. Цель этой работы состояла в распространении на случай движения сжимаемого газа теории струйных течений несжимаемой жидкости. Трудности решения нелинейных дифференциальных уравнений газовой динамики были блестяще преодолены с помощью преобразования этих уравнений к переменным плоскости годографа скорости. Нелинейные уравнения Эйлера в этом случае становятся линейными, что существенно упрощает решение краевых задач. Так Сергеем Алексеевичем аналитически были решены две основные задачи теории струй: об истечении газа из бесконечного сосуда и о течении около пластинки. Подробный анализ решения задач об истечении из бесконечного сосуда с прямоугольными стенками со звуковой скоростью на свободных границах струи содержится в качестве предельного решения в полученных С.А. Чаплыгиным интегралах. Установлено, что скорость потока в критической струе выравнивается на конечном расстоянии от отверстия в сосуде и замыкается звуковой линией, пересекающей все линии тока под прямым углом. Аналогичный результат в дальнейшем был обобщен и на искривленные стенки сосуда.

Следует особо остановиться на одном из результатов Сергея Алексеевича, когда им был предложен простой приём, позволяющий заменять функцию Чаплыгина в системе дифференциальных уравнений единицей, что дало возможность свести описание движения газа с дозвуковыми скоростями к течениям несжимаемой жидкости. Такой подход позволил применять разработанный аппарат теории функций комплексного переменного к решению задач с учетом сжимаемости газа. Так фактически закладывались основы науки газовой динамики. В дальнейшем этот простейший прием был существенно обобщен и представлен в виде аппроксимации уравнений состояния, с тем чтобы основные уравнения, описывающие движения газа, имели точные решения с двумя произвольными функциями, которые определяются из граничных условий. Аналогичный подход многие авторы применяли и для решения четырех классических задач сверхзвуковой газовой динамики. Набор этих задач позволил аналитически выстраивать обтекание тел сверхзвуковым потоком газа.

Основной задачей аэродинамики является вычисление сил и моментов, действующих со стороны потока на тела, находящиеся в нем. При малых скоростях набегающего потока хорошо работает приближение несжимаемой жидкости. С увеличением скорости обтекания необходимо учитывать сжимаемость потока, что существенно усложняет решение задач обтекания. Задача о непосредственном интегрировании нелинейных уравнений идеальной газодинамики как в области дозвуковых, так и сверхзвуковых скоростей, представляла в свое время большие математические трудности. Рассмотрение приближенных линеаризованных уравнений Эйлера, соответствующих малым возмущениям

в теории тонких тел, позволило получить следующий результат: «...распределение коэффициента давления в плоском безвихревом линеаризованном дозвуковом потоке газе при данном значении $M_\infty < 1$ может быть получено из соответствующего распределения в потоке несжимаемой жидкости, если все ординаты этого распределения увеличить в $1/\sqrt{1-M_\infty^2}$ раз». Здесь M_∞ — число Маха набегающего потока. Это условие принято называть условием Прандтля–Глауэрта. Аналогичный результат будут наблюдаться и при $M_\infty > 1$, только коэффициент подъемной силы и сопротивление будут иметь множитель вида $1/\sqrt{M_\infty^2-1}$. Данные исследования были проведены Аккеретом в 1925 году, где также были отмечены отличия дозвукового обтекания от сверхзвукового. Однако у инженеров-конструкторов была необходимость в получении результата при $M_\infty = 1$. Эту сложную проблему решили, используя теорию, разработанную С.А. Чаплыгиным, что позволило конструкторам успешно преодолеть звуковой барьер при создании летательных аппаратов.

Метод годографа в изучении трансзвуковых течений сыграл и продолжает играть выдающуюся роль. Его развитие в этом направлении во многом обязано работам советского аэродинамика Ф.И. Франкля, который некоторое время работал в г. Новосибирске в СибНИА. При изучении трансзвуковых течений уравнение Чаплыгина для функции тока легко преобразуется к каноническому виду, который имеет уравнение смешанного эллипτικο-гиперболического типа. Ф.И. Франкль первым получил связь между уравнением Чаплыгина и классическим уравнением Трикоми, которую активно использовали математики для анализа задач, описываемых уравнением смешанного типа. В дальнейшем развиваемая Ф.И. Франклем теория была значительно обогащена работами, выполненными в связи с необходимостью получить ответы на конкретные вопросы, возникавшие при изучении закономерностей перехода потока через звуковую скорость. Проведенные исследования позволили изучить особенности течений газа в соплах Лаваля и в настоящее время широко применяются в аэродинамических трубах, ракетных двигателях и других аэродинамических конструкциях. Приложение и развитие созданных С.А. Чаплыгиным в 1902 г. методов позволило в 30-е – 40-е годы разрешить труднейшие вопросы аэродинамики крыла и других элементов самолета при больших дозвуковых скоростях.

Работа «О газовых струях» стоит особняком в творчестве ученого, и судьба ее необычна. Она долго оставалась непонятой и не оцененной современниками. В то время, когда авиация делала свои начальные шаги, ученый писал о движении со скоростями, близкими к скорости звука. Кроме того, работа была написана кратко, сжато, и понять ее было трудно. Но недаром говорят, что нет ничего более практичного, чем хорошая теория. На конференции по большим скоростям в авиации в Риме в 1935 году иностранные ученые познакомились с работой С.А. Чаплыгина и назвали ее лучшим по точности, оригинальности и изяществу методом исследованием в области газовой динамики. Только через сорок лет после появления работы Чаплыгина самолеты стали летать со скоростями, близкими к скорости звука. Для инженеров, конструкторов и разработчиков авиационной техники труд ученого стал настольным справочником. Это еще раз продемонстрировало, что хорошая работа всегда найдет дорогу и признание, независимо от времени и места ее опубликования.

Вскоре после защиты докторской диссертации Сергей Алексеевич Чаплыгин был избран профессором Московского университета. В разное время он преподавал во многих московских высших учебных заведениях: в университете, высшем техническом, инженерном и коммерческом училищах, лесном и межевом институтах, на высших женских курсах, организатором и директором которых он был в 1905–1918 годах. В эти же годы им были написаны учебники «Механика системы» (1905–1907) и «Пропедевтический курс механики» (1915) для втузов и естественных факультетов университетов.

В конце 1909 года на съезде Русского общества естествоиспытателей и врачей Н.Е. Жуковский выступил с докладом о подъемной силе крыла. Основываясь на своей знаменитой теореме о связи подъемной силы с циркуляцией, он говорил о природе циркуляции, связывая ее возникновение с действием сил вязкости, но не указывал практического способа ее определения. Продолжая эти исследования, С.А. Чаплыгин выдвинул идею, согласно которой из бесконечного числа возможных потенциальных течений в действительности реализуется течение со значением циркуляции, обеспечивающим плавный сход струй, а, следовательно, и конечность скорости на задней острой кромке профиля крыла. О своих выводах ученый рассказал на заседании Московского математического общества в 1910 г. Таким образом, теория подъемной силы крыла оказалась вполне завершенной и легла в основу дальнейшего развития всей аэродинамики. Проблемы аэродинамики с этого времени стали центром научных интересов Сергея Алексеевича.

В работе 1910 года «О давлении плоскопараллельного потока на преграждающие тела» [4] им были представлены основы теории крыла, а в ряде последующих работ 20-х годов содержится законченная теория этого вопроса. Особо следует отметить исследование «О влиянии плоскопараллельного потока воздуха на движущееся в нем цилиндрическое крыло» [5] (1926 г.), где впервые были приведены общие формулы для изучения неустановившегося движения крыла. Это исследование нашло свое дальнейшее развитие в трудах учеников С.А. Чаплыгина. В опубликованной в 1921 г. работе о разрезном крыле и в цикле работ 30-х годов были проведены исчерпывающие теоретические исследования влияния механизации крыла (предкрылков, закрылков, элеронов) на его аэродинамические характеристики. Сергей Алексеевич также занимался задачами о снежных заносах, расчетом движения снаряда в канале орудия, расчетом движения поездов и многими другими. Указанные задачи привели С.А. Чаплыгина к созданию нового метода приближенного интегрирования дифференциальных уравнений. В его основу положено отыскание двух функций, между которыми заключен искомый интеграл дифференциального уравнения. Глубокие принципы, выдвинутые Сергеем Алексеевичем в теории интегрирования дифференциальных уравнений, нашли широкое применение и развитие в последующих работах других ученых.

С конца 1918 г. С.А. Чаплыгин работает в только что созданном Н.Е. Жуковским Центральном аэрогидродинамическом институте. С этого времени его деятельность неразрывно связана с ЦАГИ. В 1921 г. после смерти Н.Е. Жуковского С.А. Чаплыгину поручено руководство Институтом. Заслуги Н.Е. Жуковского и С.А. Чаплыгина в организации и развитии ЦАГИ, всей советской авиационной науки трудно переоценить. Впервые в истории не только отечественной, но и мировой науки ЦАГИ организуется как исследовательский институт, который должен сочетать фундаментальный научный поиск, разработку конкретных предложений для авиации и одновременно проектирование и постройку самолетов. Разумеется, таким Институт стал не сразу, понадобились годы самоотверженного, упорного труда для того, чтобы создать необходимую экспериментальную и производственную базу, сформировать коллектив и научную методологию.

Как отмечал академик М.В. Келдыш, С.А. Чаплыгин обладал замечательным математическим талантом, был ученым поистине удивительных аналитических способностей. У него возникало столько новых идей, что он не успевал их развить до конца. Они в виде набросков и разработок остались в рукописях, и многие из них значительно позднее были независимо высказаны другими учеными. В его работах можно обнаружить мысли, относящиеся к общим математическим проблемам и нашедшие впоследствии воплощение в теоретических концепциях. Это и подход к нелинейным эллиптическим уравнениям, и метод численного решения дифференциальных уравнений, и другие. Академик С.А. Христианович высоко оценил роль С.А. Чаплыгина в становлении советской механики. Он отмечал огромное влияние его личности и остроты ума на работавших

с ним ученых. Член-корреспондент АН СССР Л.Н. Сретенский отмечал работы С.А. Чаплыгина, касающиеся исследования ряда частных случаев неустановившегося движения твердого тела в жидкости. Эти работы характеризуют С.А. Чаплыгина как выдающегося геометра.

Сергей Алексеевич был не только ученым, но и видным общественным деятелем, одним из организаторов высшего женского образования в дореволюционной России. Он принадлежал к числу научных деятелей, ратовавших за равные возможности женщин и мужчин в получении образования. В 1905 году он возглавил Московские высшие женские курсы и руководил ими до 1918 года, когда они вошли в состав МГУ. В период руководства Сергея Алексеевича при МВЖК были открыты медицинский и химико-фармацевтический факультеты, построены новые учебные корпуса, привлечены к преподаванию знаменитые ученые.

Особое место в научной деятельности С.А. Чаплыгина занимает создание и руководство общетеоретической группой и общетеоретическим семинаром ЦАГИ. Широта научных интересов Сергея Алексеевича, его умение мгновенно вникать в суть любого обсуждаемого вопроса, глубокая научная интуиция — все это способствовало тому, что вокруг него возник подлинный штаб теоретической мысли ЦАГИ, из поля зрения которого не ускользало ни одно перспективное направление в области механики и, в первую очередь, ее многочисленных приложений к авиации. В числе членов семинара С.А. Чаплыгина и постоянных участников творческих дискуссий были В.П. Ветчинкин, В.В. Голубев, М.В. Келдыш, Н.Е. Кочин, М.А. Лаврентьев, Л.С. Лейбензон, А.И. Некрасов, Г.И. Петров, Л.И. Седов, Л.Н. Сретенский, Ф.И. Франкль, С.А. Христианович и многие другие ученые. Большая часть участников семинара впоследствии стали академиками и членами-корреспондентами АН СССР. Своими докладами на семинаре, острыми замечаниями и вопросами С.А. Чаплыгин часто давал импульс к рождению новых важных теорий таких, как теория полиплана, вопросы глиссирования и других. У него не было ни капли снобизма, порой присущего ученым-теоретикам. Он высоко ценил не только теоретическую, но и инженерную работу, ценил все проявления научного творчества, все, что ведет человечество к прогрессу.

Символично, что много лет спустя, в 2005 году, по инициативе ЦАГИ в НИО-8 начал работать семинар по аэромеханике, который несколько раз менял название, а с 2008 года проводится еженедельно по вторникам в режиме видеоконференции с участием ЦАГИ и ИТПМ СО РАН. С 2011 года семинар объединяет площадки четырех организаций: ЦАГИ, ИТПМ СО РАН, СПбГПУ и НИИМ МГУ, к которым могут подключаться и другие участники. Работа семинара базируется на тех же принципах, что семинар С.А. Чаплыгина, но применительно к новым условиям: с одновременным привлечением к обсуждению проблем известных ученых, академиков, профессоров, докторов и кандидатов наук, научных сотрудников и специалистов из различных городов и разных академических и прикладных институтов, ВУЗов и предприятий авиационной промышленности. Семинар посвящен фундаментальным проблемам аэромеханики и является форумом ученых и специалистов, на котором обсуждаются научно-технические работы по механике жидкости, газа и плазмы, аэродинамике, космонавтике и смежным дисциплинам. Также на нем обсуждаются доклады по проблемным вопросам, обзорные работы, проекты и результаты инициативных и конкурсных работ, докторские и кандидатские диссертации, рецензируемые статьи, работы, направляемые на конференции, и другое. Апробированные на семинаре доклады могут быть рекомендованы к публикации в виде монографий, в виде статей в рецензируемых журналах, в изданиях ЦАГИ, к оказанию финансовой поддержки исследований. Очевидно, что на таких семинарах не представляются «старые», опубликованные, уже известные научной общественности работы, невозможен и плагиат (уж очень сильный состав участников). Как показывает более чем десятилетняя практика, даже крупные ученые лично с докладами выступают нечасто. У руководителей семинара теплится надежда, что среди его участников, как и на семинаре С.А. Чаплыгина, в будущем появятся яркие, выдающиеся ученые.



Н. Е. Кочин



В. В. Голубев



М. А. Лаврентьев



А. И. Некрасов



Руководитель семинара
С. А. Чаплыгин



Л. И. Седов



С. А. Христианович



Л. С. Лейбензон



М. В. Келдыш



А. П. Котельников



Г. И. Петров



Л. Н. Сретенский



В. П. Ветчинкин



П. А. Вальтер



В. С. Ведров



А. Б. Лотов



Я. И. Секерж-Зенькович



С. А. Тумаркин



М. П. Риз



Д. Ю. Панов



Н. В. Эволинский

Постоянные участники семинара общетеоретической группы ЦАГИ

Научная деятельность Сергея Алексеевича Чаплыгина выдвинула его на одно из первых мест среди ученых Советского Союза, и в 1926 году он был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР, а 12 января 1929 года — академиком.

Огромная административная работа, которую вел С.А. Чаплыгин как директор — начальник ЦАГИ, отнимала много сил, и в 1931 году ученый попросил освободить его от занимаемой должности по состоянию здоровья. Просьба была удовлетворена, но работу в ЦАГИ Чаплыгин продолжал до последних дней жизни. Он был начальником общетеоретической группы ЦАГИ, а с 1940 года возглавлял аэродинамическую лабораторию, которая теперь носит его имя. В любую погоду, несмотря на старческие недомогания, в положенное время он приходил в лабораторию, показывая своим молодым коллегам пример истинного служения науке. Сотрудники отмечали его справедливость, строгость и доброту.

В 1933 году Сергей Алексеевич был награжден орденом Ленина, а в феврале 1941 года ему было присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда. С.А. Чаплыгин был первым ученым в стране, удостоенным этой высшей награды нашей Родины.

Когда началась война, Сергею Алексеевичу предложили уехать из Москвы, но он отказался. В октябре 1941 года фронт близко подошел к столице. Было принято решение перебазировать ЦАГИ на восток. Вместе с институтом в Новосибирск уехал и Чаплыгин. На новом месте он возглавил работу по созданию филиала ЦАГИ (нынешний СибНИА им. С.А. Чаплыгина). Каждый день на строительной площадке можно было видеть немолодого ученого, отдающего четкие и ясные распоряжения.

Сергей Алексеевич умер в Новосибирске 8 октября 1942 года, не дожив до Победы, в которую свято верил и для которой самозабвенно трудился. Последние написанные им слова были: «Пока есть еще силы, надо бороться... надо работать».

Память о Сергее Алексеевиче Чаплыгине достойно увековечена. Город Раненбург, в котором родился Сергей Алексеевич, расположенный в Липецкой области Российской Федерации, был переименован в 1948 году в Чаплыгин. Имя Чаплыгина носят улицы в Басманном районе г. Москвы, в Центральном районе г. Новосибирска, в микрорайоне Северное Кучино в Железнодорожном районе Московской области, в Туле, в городе Жуковском Московской области, в г. Алматы (Казахстан), в Кривом Роге (Украина). Его имя присвоено кратеру на обратной стороне Луны с координатами: 5.7, 150.35° ю.ш. 150° в.д. / 5.7° ю.ш. 150.3° в.д. Диаметр кратера Чаплыгина составляет 125 км, его SAI индекс — 144. В Москве установлен бюст С.А. Чаплыгина (1960), а на территории ЦАГИ — памятник (1959). Его имя носят научно исследовательский институт авиации в Новосибирске (СибНИА), аэродинамическая лаборатория в ЦАГИ. В Москве действует мемориальный музей-квартира Чаплыгина.

Российская академия наук учредила Золотую медаль имени С.А. Чаплыгина, которая присуждается с 1995 года за выдающиеся теоретические работы по механике.



Список литературы

1. Академик С.А. Чаплыгин / ред.-сост. Г.С. Бюшгенс; ЦАГИ. М.: Наука. 2010. 286 с.
2. Голубев В.В. Сергей Алексеевич Чаплыгин. 1869–1942: биографический очерк. М.: Изд. Московского ун-та, 1951. 54 с.
3. Чаплыгин С.А. О газовых струях. М., 1902. 121 с.
4. Чаплыгин С.А. О давлении плоскопараллельного потока на преграждающие тела (к теории аэроплана). М.: Московский ун-т, 1910. 49 с.
5. Чаплыгин С.А. О влиянии плоскопараллельного потока воздуха на движущееся в нем цилиндрическое крыло // Тр. ЦАГИ. 1926. Вып. 19. 67 с.

*Статья поступила в редакцию 20 февраля 2019 г.,
после доработки — 25 февраля 2019 г.,
принята к публикации — 28 февраля 2019 г.*