

# Лекция 8

Чиненова В.Н.  
v.chinenova@yandex.ru

Сергей Алексеевич

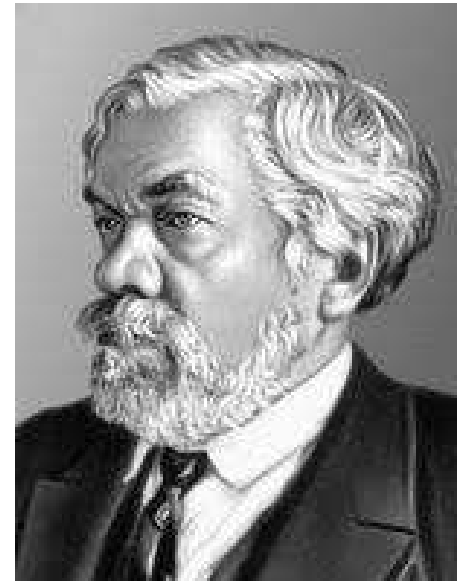
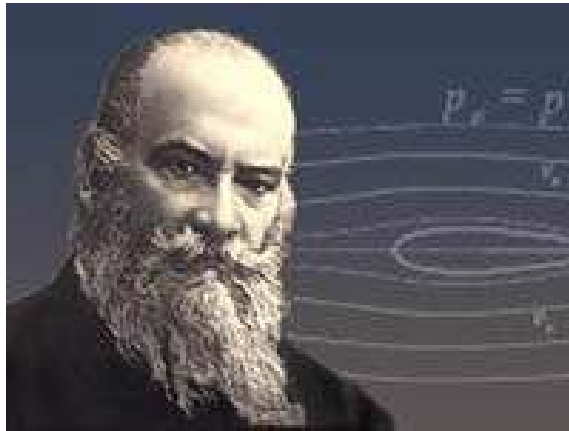
Чаплыгин

(продолжение)

# **С.А. Чаплыгин (1869-1942)**



История сотрудничества замечательных российских ученых началась сто лет назад. Известно, что Центральный аэрогидродинамический институт имени Н.Е. Жуковского (ЦАГИ) был создан в 1918 году по инициативе профессора Николая Егоровича Жуковского (1847-1922). После смерти Н.Е. Жуковского ЦАГИ возглавил его соратник — С.А. Чаплыгин (1869-1942), видный ученый в области механики, внесший важнейший вклад в формирование научного облика института.



- В **1910** г. Н.Е. Жуковский начал чтение курса «**Теоретические основы воздухоплавания**» в МВТУ. К этому времени исследования Жуковского и Чаплыгина позволили довести теоретические исследования по авиационным вопросам механики до такого состояния, при котором уже стало возможным систематическое изложение основ аэромеханики и авиации с общей теоретической точки зрения, причем именно Жуковский поставил себе целью систематическое изложение гидродинамических основ авиации в рамках механики сплошной среды.  
Чтение этого курса вызвало огромный интерес в студенческой среде, где организовался издательский комитет по записи и изданию этих лекций. В.П. Ветчинкин стал душой этого коллектива, он не только вел записи лекций, но и обрабатывал их для печати.  
Все это происходило под руководством самого Н.Е. Жуковского, что оказалось превосходной научной школой для молодого ученого.  
Лекции Н.Е. Жуковского вышли в свет в редакции В.П. Ветчинкина в **1911** г., переиздавались в 1925, 1939 и 1950 г.г. В 1916 г. они были переведены на французский язык и изданы в 1933 г. Работы Жуковского по вихревой теории гребного винта были переведены на французский и изданы В.П. Ветчинкиным в 1929 г.

- Написанный в начале **1910** года С.А.Чаплыгиным мемуар «**О давлении плоскопараллельного потока на преграждающие тела**» и содержит изложение результатов, относящихся к определению подъемной силы крыла. В этой работе впервые созданы основы современной гидродинамической теории крыла. Исходя из гипотезы Чаплыгина здесь выведены формулы, которые применяются и теперь для определения величины, направления и точки приложения равнодействующей сил давления потока на крыло; но этим далеко не исчерпывается содержание этой замечательной работы.
- Здесь прежде всего надо отметить примененный метод исследования. В работе систематически применяется теория функций комплексного переменного, причем все исследование ведется непосредственно при помощи введения так называемой характеристической функции течения; этот метод привел Сергея Алексеевича к двум чрезвычайно изящным формулам, дающим величину, направление и точку приложения подъемной силы. В иностранной литературе эти формулы в настоящее время носят название «формул Блязиуса» — название исторически неверное, так как Блязиус нашел эти формулы независимо от С.А.Чаплыгина, но несколько позднее его.

О ДАВЛЕНИИ  
ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПОТОКА

НА ПРЕТРАЖДАЮЩИЯ ТѢЛА.

(ВЪ ТЕОРИИ АЭРОПЛАНА)

С. А. Чаплыгина.



МОСКВА.  
Типографія Императорскаго Московскаго Университета.  
1910.

Титульный лист статьи «К теории аэропланов»

- Получение теоретическим путем профилей Чаплыгина-Жуковского послужило началом длинного ряда работ как самого С. А. Чаплыгина и ряда русских ученых, так и многочисленных зарубежных ученых по теории так называемых «теоретических профилей». В этих работах авторы их или методами теории конформного отображения, который применял С. А. Чаплыгин, или другими методами, например методом теории «тонкого крыла», теоретическим путем искали профили, обладающие теми или иными выгодными свойствами. Чрезвычайно интересен конец мемуара, где приводится ряд интересных соображений о возможностях улучшения аэродинамических свойств крыла, в частности, увеличения его подъемной силы. Впоследствии Сергей Алексеевич вернулся к этой задаче с несколько иной точки зрения, причем развитые им соображения нашли чрезвычайно широкое применение в теоретических и экспериментальных работах, посвященных так называемой «механизации крыла».

- Однако знания, полученные учёным, всё же пригодились и в современной авиации. Чаплыгин и Жуковский независимо друг от друга дополнили **теорему Жуковского 1906 года, в которой содержалась формула подъёмной силы**. А позже учитель и ученик сформулировали **постулат Жуковского-Чаплыгина**: он дал полное решение задачи о силах, воздействующих на обтекаемое крыло самолёта. Это стало настоящим прорывом! С тех пор самолёты больше не строились «на глаз». Ведь у авиаконструкторов появился точный инструментарий для проектирования крыла. Это значительно увеличило не только скорость крылатых машин, но и, что самое главное, их безопасность. В дальнейшем Чаплыгин продолжает работать в этой области. Так, в **1913** году он представляет доклад с описанием новых знаний для **конструирования крыльев**, в **1914** – труд с базой для расчётов **винтов, турбин и других лопаточных машин**: от домашних вентиляторов до турбин современных самолётов.

- К несколько иной области относится работа «Теория решетчатого крыла», написанная в 1914 году; эта работа, написанная с обычным для Сергея Алексеевича мастерством, является одной из основных работ в теории турбин. В последующие годы до 1919 года он не напечатал ни одной работы, но среди его рукописей имеется целый ряд незаконченных работ, относящихся, по-видимому, к этому периоду и посвященных различным частным вопросам обтекания пластинки, обтеканию цилиндра в присутствии вихрей и т. п.

- В 1918 года С. А. Чаплыгин состоял заместителем председателя коллегии Кучинского аэродинамического института и сотрудником Геофизического института. Результатом его деятельности здесь остался ряд рукописей, посвященных вопросам обтекания ветром преград; эти работы стояли, по-видимому, в связи с теорией снежных заносов, которой в то время усиленно занимались по заданиям НКПС. По заданиям Научно-экспериментального института путей сообщения он работает над вопросами приближенного интегрирования дифференциального уравнения движения поездов. Работая как консультант в Комиссии особых артиллерийских опытов (КОСАРТОП) при Главном артиллерийском управлении (ГАУ) в течение 1919-1923 годов, Сергей Алексеевич написал по заданиям комиссии ряд работ по баллистике и по смежным вопросам математики. Сюда относятся его работы: «Приближенное интегрирование дифференциальных уравнений 1-го порядка» (доклад 4/ХП 1919 г. на заседании КОСАРТОП).

- После первой империалистической войны 1914-1918 годов авиация развивалась необычайно бурно. Перед Советским Союзом стояла труднейшая задача: не имея почти ничего, совершенно заново создать авиационную промышленность; задачей ЦАГИ было создать теоретическую, экспериментальную и техническую базу для развертывания в дальнейшем советской авиации. В ЦАГИ должны были вырасти первые советские самолеты — такова была цель создания «центрального» института по авиационной аэромеханике и по гидромеханике. Убогое оборудование лабораторий чрезвычайно тормозило экспериментальное оформление советских работ по аэродинамике, а тем самым тормозило и развитие авиационной техники. Основной и первой задачей, стоящей перед ЦАГИ, было создание лабораторий, вполне отвечающих требованиям современной техники.

Вот как описывает один из ближайших помощников С.А.Чаплыгина, профессор К.А.Ушаков, его роль в тогдашнем строительстве ЦАГИ: «Став во главе нашего Института после смерти его основателя, Н. Е. Жуковского, Сергей Алексеевич, будучи сам глубоким теоретиком, уделил большое внимание созданию современной научно-экспериментальной базы. Взяв на себя руководство строительной комиссией и мобилизовав все имевшиеся в ЦАГИ силы, Сергей Алексеевич целиком отдался делу и с неиссякаемой энергией и исключительным вниманием ко всему, вплоть до мелочей, довел строительство до успешного завершения».

- Когда в марте 1921 года скончался «отец русской авиации», Н.Е.Жуковский, созданный им еще в 1918 году Центральный Аэро-Гидродинамический Институт находился в самом зачаточном состоянии. В сущности был только коллектив ближайших учеников Н. Е. Жуковского, с величайшим энтузиазмом работавших над актуальными в то время проблемами аэродинамики и авиации; да еще был некоторый опыт лабораторного строительства, очень небольшой, так как масштабы тех лабораторий, с которыми они имели дело, которые создавали под руководством Н.Е.Жуковского и в которых работали, были чрезвычайно скромны. Для ЦАГИ был выделен участок земли, но лабораторий никаких построено еще не было, все экспериментальные работы велись в лаборатории Н. Е. Жуковского в МВТУ.

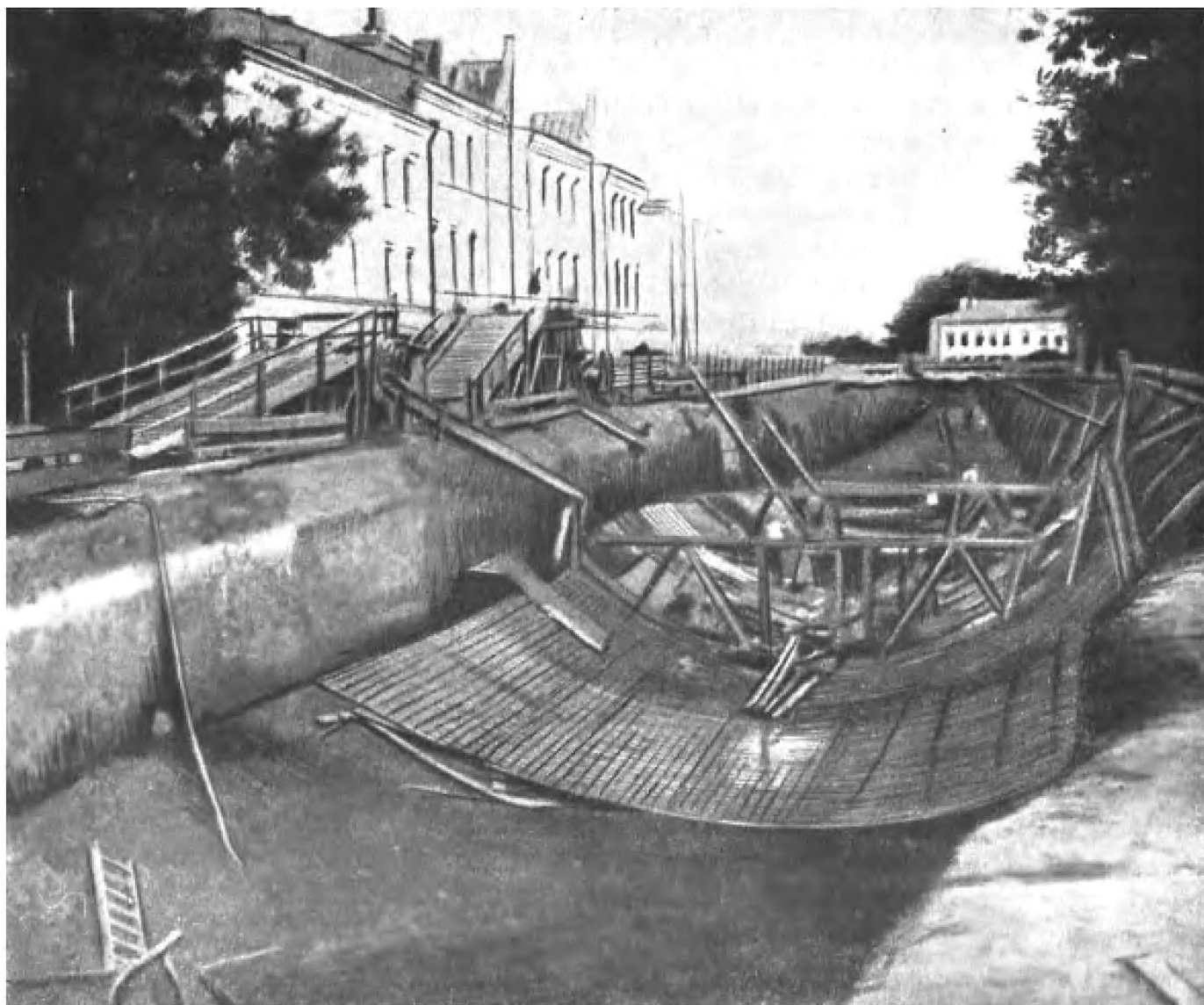


Участок, отведенный под строительство ЦАГИ

- Под его руководством коллектив ЦАГИ, состоявший целиком из молодых инженеров (самому старшему было не более 35 лет), в короткий срок создал весьма полный комплекс лабораторий. Это строительство выдвинуло ЦАГИ в первый ряд научно-исследовательских учреждений Европы и Америки.

ЦАГИ получил наиболее мощные в мире аэродинамические трубы, опытный бассейн с исключительно высокой скоростью движения тележки, первоклассную лабораторию для испытания материалов, оборудованную новейшими приборами и аппаратами, моторную лабораторию и, наконец, опытный завод, на котором можно было построить самолет, даже самый крупный.

Возможность для ЦАГИ решать задачу построения самолета во всей ее полноте, начиная с разработки аэродинамически совершенной схемы и кончая выпуском готовой машины, была обеспечена именно этим строительством, ведшимся под непосредственным руководством Сергея Алексеевича, строительством, в котором он проявил свой крупнейший организаторский талант.



Строительство гидроканала

- Создание ЦАГИ, строительство прекрасных, оборудованных тогда по последнему слову науки лабораторий сыграло совершенно исключительную роль в развитии в Советском Союзе авиационной техники и авиационной промышленности.

С.А. Чаплыгин не только с необычайной энергией и искусством провел огромное строительство; он сумел в стенах института собрать талантливых конструкторов, способных теоретиков, выдающихся экспериментаторов. Опытный завод ЦАГИ выпустил первые образцы советских самолетов, на которых были сделаны замечательные полеты, привлекая пристальное внимание технических кругов всего мира; из лабораторий института вышли сотни исследований, касающихся самым разнообразным вопросам экспериментальной и теоретической аэромеханики и смежных научных и технических дисциплин; в стенах ЦАГИ выросли замечательные кадры инженеров, конструкторов, ученых-теоретиков и экспериментаторов. И во всем этом Сергей Алексеевич сыграл огромную роль. Работой в ЦАГИ определилась и вся тематика научно-исследовательской работы самого ученого.

В **1921** году он становится председателем коллегии, в **1928** – директором-начальником ЦАГИ, а ещё через три года – научным руководителем института.

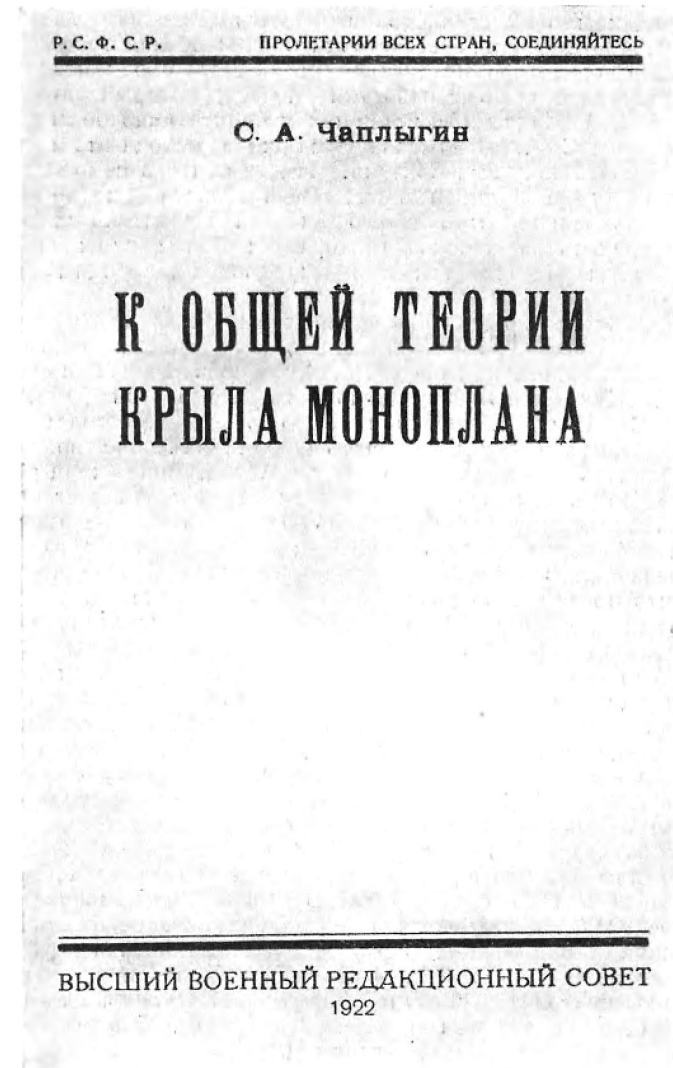
- В этот период Чаплыгин трудится над созданием крупнейших аэродинамических лабораторий ЦАГИ и там же, в институте, ведёт научно-теоретический семинар, который взрастил весь цвет советской механической науки. В числе его участников – будущий Президент Академии наук СССР Мстислав Келдыш и основатель новосибирского Академгородка Михаил Лаврентьев.

- После революции С. А. Чаплыгин с головой уходит в научную и научно-организационную работу непосредственно в области своей научной специальности, как ученого, теоретика-механика; естественно, что при этом чисто педагогические интересы, задачи, интересовавшие профессора, преподавателя вуза, все более и более отходят на второй план, пока, наконец, всецело поглощенный своей научно-организационной деятельностью, он совсем не порывает с преподаванием в высшей школе, оставив в 1924 году преподавание в университете, а через год, в 1925 году, и преподавание механики в возникшем после революции Лесотехническом институте, где он читал механику с открытия института в 1918 году. Этим Сергей Алексеевич окончательно прекратил свою работу, как профессор вуза. Тем не менее, связь его с университетом не прекратилась, но она шла теперь по другой линии: его многочисленные ученики, ученая молодежь университета многократно пользовались научными советами Сергея Алексеевича в своих научных исследованиях.

- Связь в послереволюционные годы с такими техническими организациями, как Главное артиллерийское управление, как научно-исследовательские организации Народного Комиссариата Путей Сообщения, как Кучинский аэродинамический институт, который являлся филиалом организованного Н.Е.Жуковским в 1918 году Центрального (ЦАГИ), привела к тому, что ученый включился в работу возглавлявшего все эти организации Научно-технического отдела ВСНХ, где он принимает самое активное участие в работах.
- Когда был создан Центральный научно-технический совет при НТО С. А. Чаплыгин избирается председателем этого совета, а с 1922 года назначается членом Коллегии НТО ВСНХ.
- Так исключительный организаторский талант С. А. Чаплыгина после Октябрьской Революции переключается из области организационно-учебной, как профессора и директора МВЖК, в область организационно-научную, в область планирования, руководства и непосредственного ведения обширных научных и технических исследований, имеющих большой государственный масштаб. И в этой области деятельность ученого в течение последних 20 лет его жизни самым тесным образом связана с ЦАГИ.

- До известной степени можно сказать, что все работы по технической аэромеханике, написанные им за период работы в ЦАГИ, представляют собой развитие идей, содержащихся в зародыше в его мемуаре 1910 года. Применяются один и тот же метод, основанный на систематическом использовании средств теории функций комплексного переменного, и одна и та же тематика: изучение при различных условиях обтекания крылового профиля в плоскопараллельном потоке. Но важное значение, которое имели эти работы в науке ясно хотя бы из того, что почти все они послужили началом большого числа исследований различных авторов, продолжавших развитие науки в направлении, намеченном Сергеем Алексеевичем.

- В **1922** году Чаплыгин публикует очередное сочинение, «**К общей теории крыла моноплана**», создав тем самым теоретическую базу для дальнейшей эволюции авиации. Уже к началу 30-х годов появятся отечественные монопланы, которые составят конкуренцию мировым аналогам.



- Первой из этих работ является мемуар «**К общей теории крыла моноплана**», написанный им в 1920 году.  
В этой работе прежде всего нужно отметить ряд геометрических и общединамических соображений, связанных с теорией крыла. Автор вводит метацентрическую кривую крыла, показывает, что независимо от формы профиля моноплана представляет параболу. Далее он показывает, как эта парабола связана с задачей об устойчивости крыла, показывает, что сила давления потока на крыло приводится к некоторой силе, приложенной в фокусе параболы, и к паре с постоянным, не зависящим от угла атаки моментом, выясняет механический смысл величины параметра параболы и отмечает, что в случае, когда параметр обращается в нуль и парабола вырождается в две слившиеся полупрямые, крыло имеет постоянный центр давления. Далее автор показывает, что с динамической точки зрения всякий профиль можно заменить профилем в форме дуги круга.

- В части своих исследований ученый столкнулся здесь с работами Мизеса, который почти одновременно с С.А.Чаплыгиным пришел к понятию параболы метацентров. Эта работа С.А.Чаплыгина послужила исходным материалом для ряда дальнейших исследований. Заметим, что в последнее время аналогичные вопросы изучаются в области уже не авиации, а воздухоплавания; при этом огибающей линией действия силы, например, в вертикальной плоскости, является более сложная кривая, представляющая род астроида. Эти исследования, по-видимому, представляют большое значение для теории пилотажа.

Такой же открывающей новые широкие горизонты для исследований является работа **«Схематическая теория разрезного крыла»**, написанная С.А.Чаплыгиным в **1921** году и посвященная памяти учителя, Н. Е.Жуковского.

Задача, поставленная в этой работе, была затронута Чаплыгиным в его работе 1910 года; ставится вопрос о том, каким путем улучшить аэродинамические свойства профиля, увеличить его подъемную силу. Метод, приложенный в этой работе, состоит в том, что крыло в форме дуги круга дает повышенную подъемную силу, если профиль разрезать на две дуги и надлежащим образом раздвинуть обе части; такие профили автор и называет разрезными. В этом замечательном мемуаре Сергей Алексеевич показал, что чрезвычайно просто построить функции, дающие обтекание профиля, составленного из любого числа дуг одной и той же окружности или из любого числа отрезков одной и той же прямой.

Отметим, что эта работа относится ко времени, когда в технике еще совершенно не ставился вопрос об улучшении аэродинамических свойств крыла путем добавочных частей, предкрылков, закрылков, щитков.

- Следующим важным вкладом в техническую аэромеханику является написанная в **1926** году работа **«О влиянии плоскопараллельного потока воздуха на движущееся в нем цилиндрическое крыло»**. В этой работе впервые даны общие формулы для исследования неустановившегося движения крыла; эти формулы представляют собой обобщение на рассматриваемый случай формул для установившегося движения, найденных автором в работе 1910 года. Эта работа также повела к разработке общей теории неустановившегося движения профиля постоянной формы или формы, меняющейся со временем; ряд важных работ советских ученых продолжил исследование Сергея Алексеевича.

Так почему же Чаплыгина называют одним из столпов мировой науки?

Прежде всего, он стал знаменит благодаря созданию новой отрасли механики, **газовой динамики**, которую учёные теперь называют между собой «газ Чаплыгина».

В своей докторской работе **«О газовых струях» (1903)**

Сергей Алексеевич надолго опередил время: в век тихоходной авиации, которая только начинала делать первые шаги, он предложил революционные методы исследования струйных движений газа при скоростях, приближающихся к скорости звука. И только через 30 лет эти знания стали использовать в авиастроении.

Учёный ЦАГИ Мстислав **Келдыш** так рассказывал о Чаплыгине: *«У него не было ни капли снобизма, который иногда присущ теоретикам. Он ценил не только теоретические работы, не только научные, но и инженерные работы. Он ценил всё то, где проявляется гений человеческого разума, всё то, что ведёт человечество к прогрессу, и проявление человеческой мысли во всех направлениях он ставил на равную ногу».*

Свои таланты Чаплыгин объяснял просто. «Всё это мне удалось совершить только благодаря природным способностям. Судьба выбрала меня, вот и всё», – говорил учёный.

МСТИСЛАВ ВСЕВОЛОДОВИЧ КЕЛДЫШ  
(10.02.1911 – 23.06.1978)



## Организационная деятельность С.А. Чаплыгина

- Активный участник Политехнического общества,
- Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии

- За многочисленные заслуги перед наукой в **1924** году Сергея Алексеевича избирали **членом-корреспондентом РАН**, а в январе **1929** года – **академиком Академии наук СССР**.

1 февраля **1941** года в связи с пятидесятилетием научной деятельности Чаплыгину присваивают звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и Золотой медали «Серп и Молот».

Академик Чаплыгин стал первым отечественным учёным, удостоившимся такого «букета» наград.

С началом Великой Отечественной войны ЦАГИ эвакуируют в два тыловых отряда – Казань и Новосибирск.

И Сергей Алексеевич уезжает в столицу Сибири.

Здесь он участвует в создании аэродинамических лабораторий, занимается исследованиями. За проведённый в Новосибирске год

Чаплыгин успевает заложить основы сибирской авиационной науки: уже после войны на базе филиала ЦАГИ создадут

**Сибирский научно-исследовательский институт авиации (СибНИА)**, получивший имя Чаплыгина.

Умер Сергей Алексеевич от кровоизлияния в мозг **8 октября 1942** года в возрасте 73 лет. Его последними записанными словами были: «Пока есть силы, надо бороться... надо работать».

Основателя СибНИА похоронили на территории созданного им института, сотрудники которого ухаживают за его могилой.



*Памятник академику С.А.Чаплыгину в ЦАГИ*