

Лекция 6

Комплексный подход к формированию технического облика ЦАГИ в первые годы его образования

Чиненова Вера Николаевна
v.chinenova@yandex.ru

- Размышляя над теорией полета, Жуковский тщательно изучает полет птиц, различные проекты летательных машин, заводит знакомство с изобретателями.
- К одному из первых конструкторов планеров — инженеру О. Лилиенталю — Жуковский ездил специально, чтобы посмотреть его полеты, и даже получил в подарок от него экземпляр сконструированных им крыльев. Николай Егорович систематически участвовал в работе всех съездов, посвященных воздухоплаванию.
- Жуковскому принадлежит и постройка в 1902 году в механическом кабинете Московского университета одной из первых в Европе аэродинамических труб, или, как он называл ее сам, «галереи для искусственного потока воздуха».

- «Наша аэродинамическая лаборатория при Московском университете уже давно занималась исследованиями по сопротивлению воздуха, пользуясь маленькими средствами, отпускаемыми университетом на механический кабинет», — скромно говорил Николай Егорович на торжественном заседании научного Леденцовского общества, перечислив открывшиеся в 1910–1911 годах лаборатории Эйфеля в Париже, Прандтля в Геттингене, Цама в Америке и ряд других.

- Различные модели летательных аппаратов испытывались в кабинете
- прикладной механики Московского университета с 1889 года, и результаты этих исследований публиковались Жуковским в статьях, посвященных воздухоплаванию. С 1902 года в «галерее для искусственного потока воздуха» студенты под руководством Николая Егоровича производили аэродинамические опыты. При переходе в новое здание университета в этой аэродинамической трубе скорость воздуха благодаря более мощным двигателям была доведена до одиннадцати метров в секунду.
- Одновременно создавались разнообразные приборы для различных
- опытов. Многие из этих приборов проектировал сам Николай Егорович,
- часть — студенты под его руководством. Модели изготовляли на токарном станке, который он специально приобрел для этой цели на свои средства.

- Аэродинамический институт в Кучине был построен в 1904 году. Под руководством Жуковского здесь производились очень серьезные опыты с сопротивлением различной формы профилей, испытывались винты. Однажды отлетевшей лопастью винта Николай Егорович чуть не был убит.
- Кучинский институт оборудовали хорошо, но хозяин, человек купеческой складки, более радел о славе своей лаборатории, нежели о науке. Жуковский в конце концов отошел от института.
- Несравненно дороже его сердцу была лаборатория университета, а особенно лаборатория Московского высшего технического училища, где его окружали ученики, столь же преданные науке, как он сам.
- С осени **1909** года здесь впервые в мире Николай Егорович Жуковский начал читать свой знаменитый курс лекций по **основам теоретической авиации**, или, как тогда говорили, «воздухоплавания», не отделяя летания на аэростатах от летания на самолетах.
- По «Теоретическим основам воздухоплавания» учились все первые деятели авиации.

- В 1906 году в замечательнейшей своей работе «**О присоединенных вихрях**» он дает правильный ответ на вопрос, позволивший затем производить расчет сил, действующих на крыло.
- Исследованный Жуковским тип воздушной **циркуляции** можно наблюдать при падении легких продолговатых пластинок в воздухе. Это падение сопровождается интереснейшим явлением, которое хотя и было ранее известно, но не находило себе никакого объяснения.
- Если вырезать из картона узкий и длинный прямоугольник и, расположив его горизонтально, сообщить ему легкое вращение около продольной оси, то падение прямоугольника будет медленно совершаться по наклонной поверхности к горизонту, причем вращение около продольной оси будет все время сохраняться. Первоначально сообщенное пластинке очень легкое вращение образует *присоединенный к пластинке вихрь*, от действия которого при падении пластинки и развивается сила, направляющая пластинку и поддерживающая ее вращение.

- Созданная на основе открытия Жуковского теория крыла получила название циркуляционной теории. Сущность ее заключается в использовании аналогии крыла с вращающимся цилиндром, то есть набегающий на крыло воздушный поток уподобляется потоку, обтекающему цилиндр.
- Ученик и ближайший сотрудник Жуковского академик Л. С. Лейбензон вспоминает, что впервые мысль о роли циркуляционных потоков при возникновении силы давления воздуха на находящиеся в нем крылообразные тела возникла у Жуковского осенью 1904 года.
- Сам Николай Егорович, открыв, что наличие циркуляции вызывает подъемную силу, не говорил еще ничего о том, что его **теорема «О присоединенных вихрях»** имеет отношение к теории крыла. Он указал только на то, что его теорема применима к движению тел в воздухе с вращением, которое, по его мнению, было причиной циркуляции. Он применил свою теорему для объяснения, почему вращающиеся узкие и длинные пластинки при падении отклоняются от вертикали.

- Первые успехи авиации поставили перед теоретической механикой сложную теоретическую задачу, а запросы техники требовали ее немедленного решения. Впервые в истории науки теоретическая механика получала от техники задание, касавшееся не частных вопросов существующих теорий, а ставившее принципиально новый, основной вопрос науки, совершенно не разработанный. То был коренной переворот в развитии современной теоретической механики, когда развитие общей теории направлялось развитием и потребностями техники.
- Механика из абстрактной математической дисциплины превращалась в дисциплину прикладную, тесно связанную с потребностями практики, современной техники, определяющей ее развитие. Она превращалась в дисциплину естественнонаучную, требующую для своего развития наряду с чисто математическими методами и широкого лабораторного экспериментального исследования.

- «Эти первые работы в конце концов привели Жуковского, Чаплыгина и их учеников к проблематике, которая создала новую эпоху в механике эпоху технической механики, — говорит академик М. В. Келдыш. — В центре этой новой проблематики стали вопросы теории полета, но интересы распространились и на задачи баллистики, теории смазки, гидравлики и всех других областей, связанных с интенсивным развитием техники XX столетия. Это новое направление совершенно изменило лицо механики, сделав ее наукой, непосредственно связанной с техникой, непосредственно решающей технические вопросы... Но вместе с этим сближение механики с техническими вопросами изменило и самые методы механики. Если в классической механике все вопросы решались математическими методами, то технические проблемы потребовали привлечения широкого научного эксперимента, и механика из математической дисциплины превратилась в науку, опирающуюся на наиболее современные достижения математики и на широкий научный эксперимент».

ПОСТУЛАТ ЧАПЛЫГИНА — ЖУКОВСКОГО

Очередной XII съезд русских естествоиспытателей и врачей собрался в Москве с 28 декабря 1909 года по 6 января 1910 года.

Николай Егорович остановился на главном вопросе: откуда берется подъемная сила у аэроплана и как теоретически ее можно выразить? «Два обстоятельства чрезвычайно упростили решение этой трудной задачи, — говорит он. — Во-первых, в своей докторской диссертации Чаплыгин доказал, что при скоростях течения, значительно меньших скорости звука, можно пренебречь сжимаемостью воздуха и заменить задачу об обтекании крыла газом задачей об обтекании крыла жидкостью.

Переход от задачи аэродинамики к задаче гидродинамики чрезвычайно упрощал вопрос: вместо очень сложных уравнений, определяющих течение газа, он позволял применять гораздо более простые уравнения движения жидкости.

В классическом мемуаре «О присоединенных вихрях» Жуковский выяснил обстоятельства, при которых получается подъемная сила, или, как иногда говорили, «сила Жуковского», действующая на обтекаемое тело, и нашел для нее простое и законченное выражение: **поддерживающая сила плоскопараллельного потока несжимаемой жидкости для погруженного в поток контура равна произведению плотности жидкости на циркуляцию вокруг контура и на скорость потока на бесконечности.**

«Для простоты предположим, что контур представляет собой некоторую **окружность** и что вокруг этой окружности существует циркуляционное течение жидкости по часовой стрелке с постоянной скоростью: **тогда циркуляция будет равна скорости этого течения, умноженной на длину окружности.** Предположим теперь, что на эту же окружность набегают из бесконечности поток жидкости, текущей слева направо. Очевидно, вдоль верхней полуокружности оба течения будут направлены в одну сторону, и потому их скорости будут складываться.

Вдоль же нижней полуокружности оба течения будут направлены в прямо противоположные стороны, и потому их скорости будут вычитаться... В результате скорость движения жидкости вдоль верхней полуокружности будет больше скорости движения жидкости вдоль нижней полуокружности... Так как из механики всем известно, что **давление жидкости там больше, где скорость жидкости меньше, то отсюда ясно, что давление жидкости на верхнюю полуокружность будет меньше давления жидкости на нижнюю полуокружность, иначе говоря, на окружность будет действовать сила, направленная снизу вверх, которая и называется поддерживающей, или подъемной, силою!**

Объяснив, как возникает подъемная сила крыла, и выведя на доске формулу, позволяющую рассчитывать силы, действующие на крыло, Николай Егорович признался, что практически пользоваться его теоремой еще нельзя, так как входящую в **формулу величину циркуляции** теоретически определить невозможно.

«Единственный способ определения этой величины — экспериментальный, — слабо улыбаясь, сказал он, — но для того, чтобы провести такой эксперимент, очевидно, нужно иметь аэроплан, иначе говоря — нужно сначала построить его, а потом уже рассчитывать...»

Шутка имела успех, и докладчик был награжден шумными аплодисментами. Не аплодировал только Чаплыгин. Слушая своего учителя с полузакрытыми, по обыкновению, глазами, он неожиданно пришел к мысли, что эту величину можно вычислить и без экспериментов, не вставая из-за стола, чисто аналитическим путем.

- Идея, положенная Чаплыгиным в основу решения задачи об определении величины циркуляции, восходит к положению, что при реальном течении скорости не могут быть ни в какой точке бесконечно большими.
- Исследователями, наблюдавшими скорость частиц воздуха, обтекающих крыло сверху и снизу, было замечено, что скорости на верхней поверхности крыла больше, а на нижней поверхности — меньше скорости движения крыла. Происходит это потому, что давление воздуха на верхней поверхности крыла при его движении меньше атмосферного, а на нижней - больше. Разность давлений сверху и снизу крыла при его движении дает подъемную силу. Следовательно, увеличивая скорость частиц воздуха на верхней поверхности крыла и уменьшая ее на нижней, можно увеличить подъемную силу. Теоретически это можно сделать, присоединяя к равномерному потоку добавочный, циркулирующий вокруг крыла так называемый **циркуляционный поток**. В действительности это и происходит, когда добавочный циркуляционный поток выбран конструктором так, что частицы воздуха плавно стекают с верхней поверхности у задней острой кромки крыла.

Жуковский не мог не согласиться, что циркуляция вполне определяется, если принять, что при обтекании крылообразных тел точкою схода струи является острая задняя кромка. А раз постулатом Чаплыгина определяется величина циркуляции, то по теореме Жуковского можно рассчитать и величину подъемной силы.

Постулат Чаплыгина открывал широкие возможности для применения теоремы Жуковского и его учения о присоединенных вихрях к разнообразнейшим задачам теории крыла и винта, которые и составляют сущность современной технической аэромеханики.

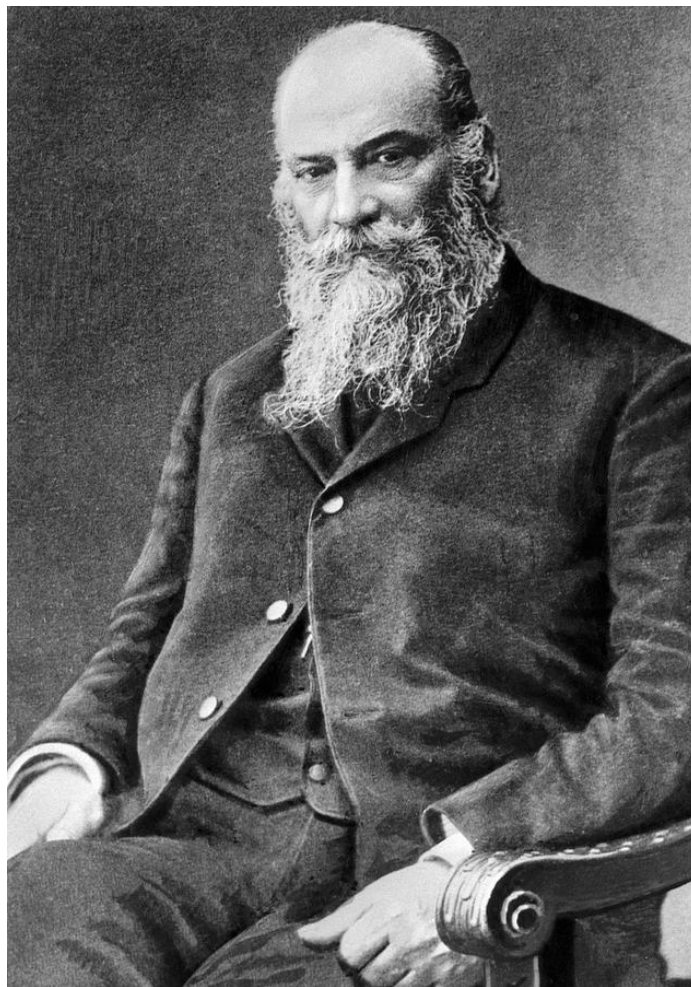
Постулат Чаплыгина стал известен в иностранной литературе из работ Жуковского и потому получил неточное название «Основной гипотезы Жуковского».

- Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ) этот центр научно-исследовательской работы в области аэрогидродинамики был создан Советской властью 1 декабря 1918 года на базе расчетно-испытательного бюро при Московском высшем техническом училище, аэродинамических лабораторий Московского университета и Кучинского института. Отпущенные Советским правительством большие средства позволили в течение немногих лет создать в ЦАГИ комплекс лабораторий, оборудованных современной аппаратурой и позволивших вести исключительно плодотворную экспериментальную работу в аэро-и гидромеханике.



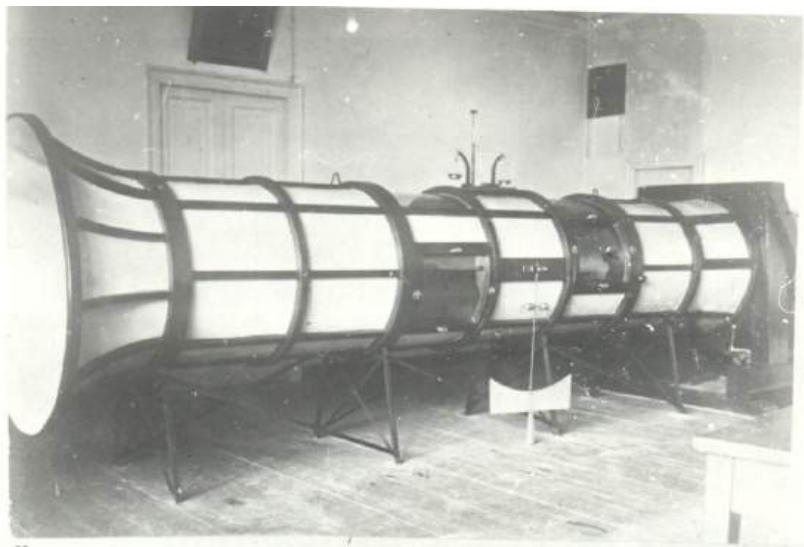
**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени профессора Н.Е. Жуковского**

Николай Егорович Жуковский (1847-1921)



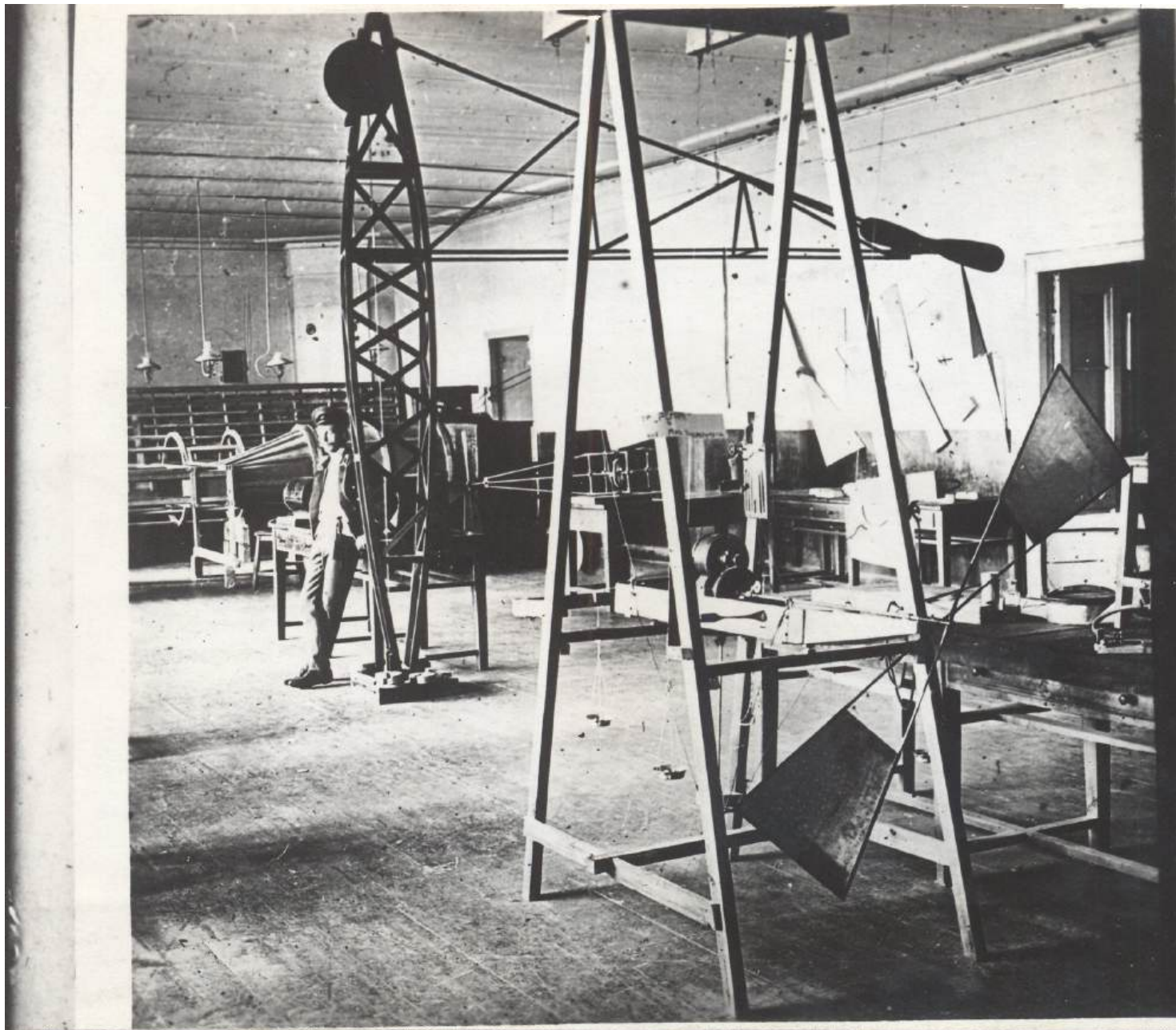
Жуковский Н.Е. «К теории летания» -1890
его теоретические работы в области авиации,
практический опыт создания аэродинамических труб
в МГУ, ИМТУ и Кучино и проводившиеся в этих
лабораториях исследования послужили
фундаментом для развития авиационной науки
в России.

Студенческий воздухоплавательный кружок, а также
аэродинамическая лаборатория при МВТУ – 1908г.
Расчетно-испытательное бюро в 1918 г. был
преобразован в **ЦАГИ** -Центральный
аэрогидродинамический институт
(постановление Научно-технического отдела при Высшем совете
народного хозяйства)



Круглая аэродинамическая труба в лаборатории МВТУ.

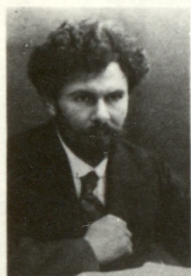




Аэродинамическая лаборатория МВТУ прибор Слесарева.



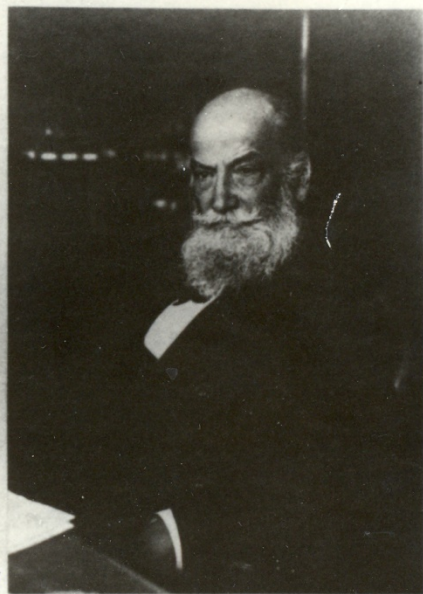
Н. Е. Жуковский и его ближайшие ученики —
— организаторы и первые руководители основных подразделений ЦАГИ.



В. Л. Зеточкин



А. Н. Туполев



Н. Е. ЖУКОВСКИЙ



С. А. Чаплыгин



К. А. Ушков



А. А. Долангорский



Г. М. Мусхелишвили

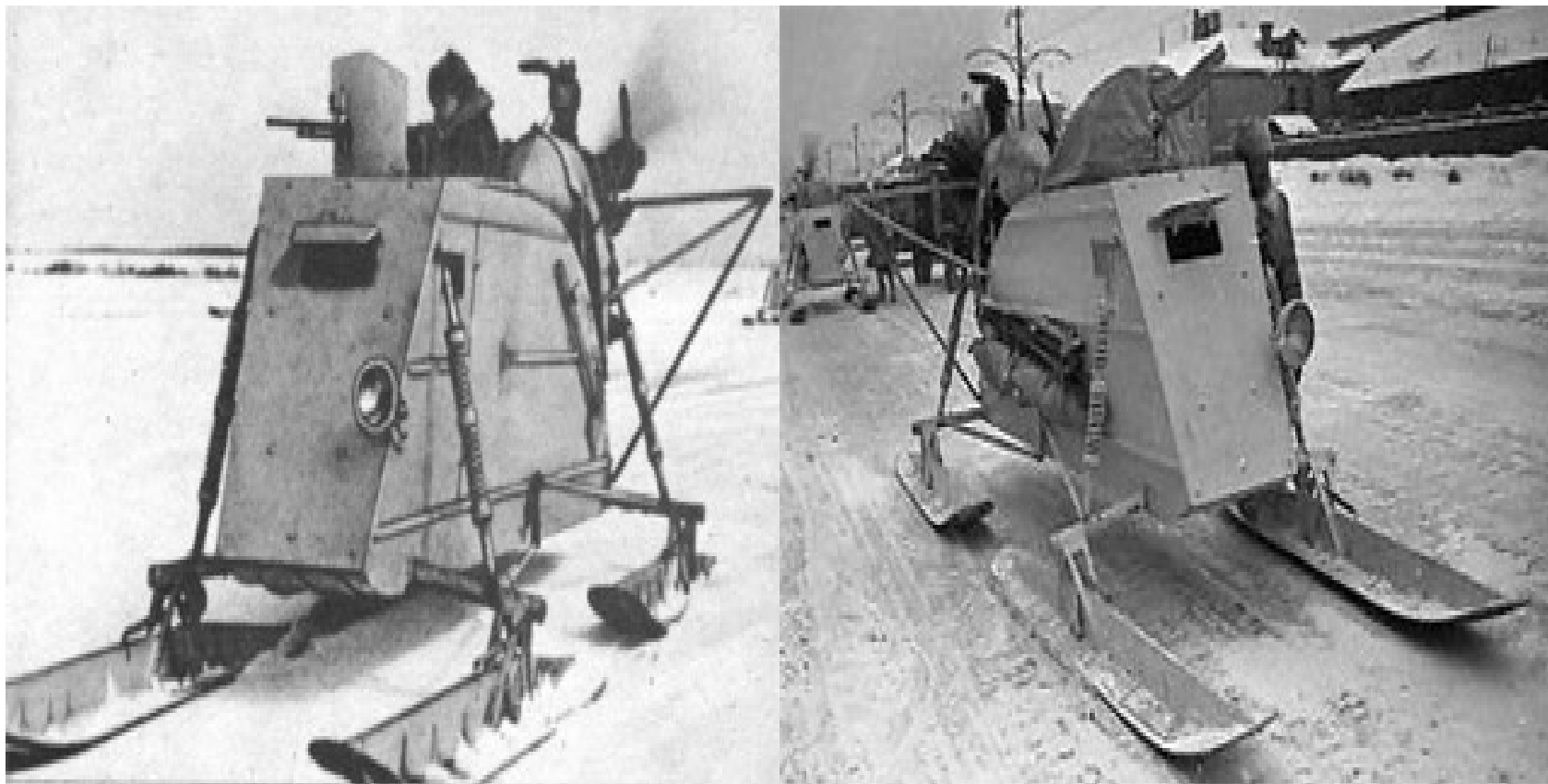


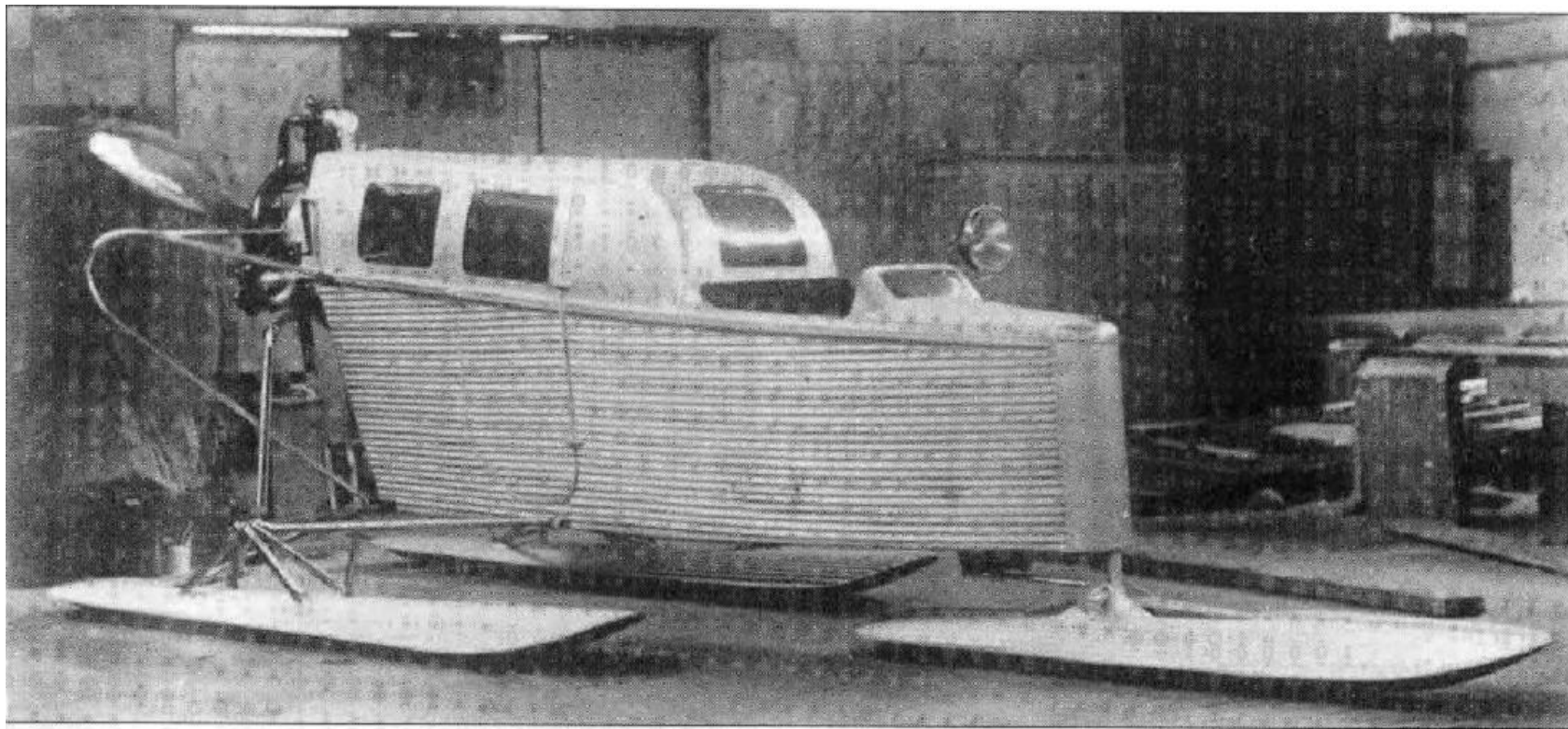
А.С. Чаплыгин (1869-1942)

После смерти
Н.Е. Жуковского
в 1921 г. ЦАГИ
возглавил его
соратник —
С. А. Чаплыгин, видный
ученый в области
механики, внесший
важнейший вклад
в формирование
научного облика
института.



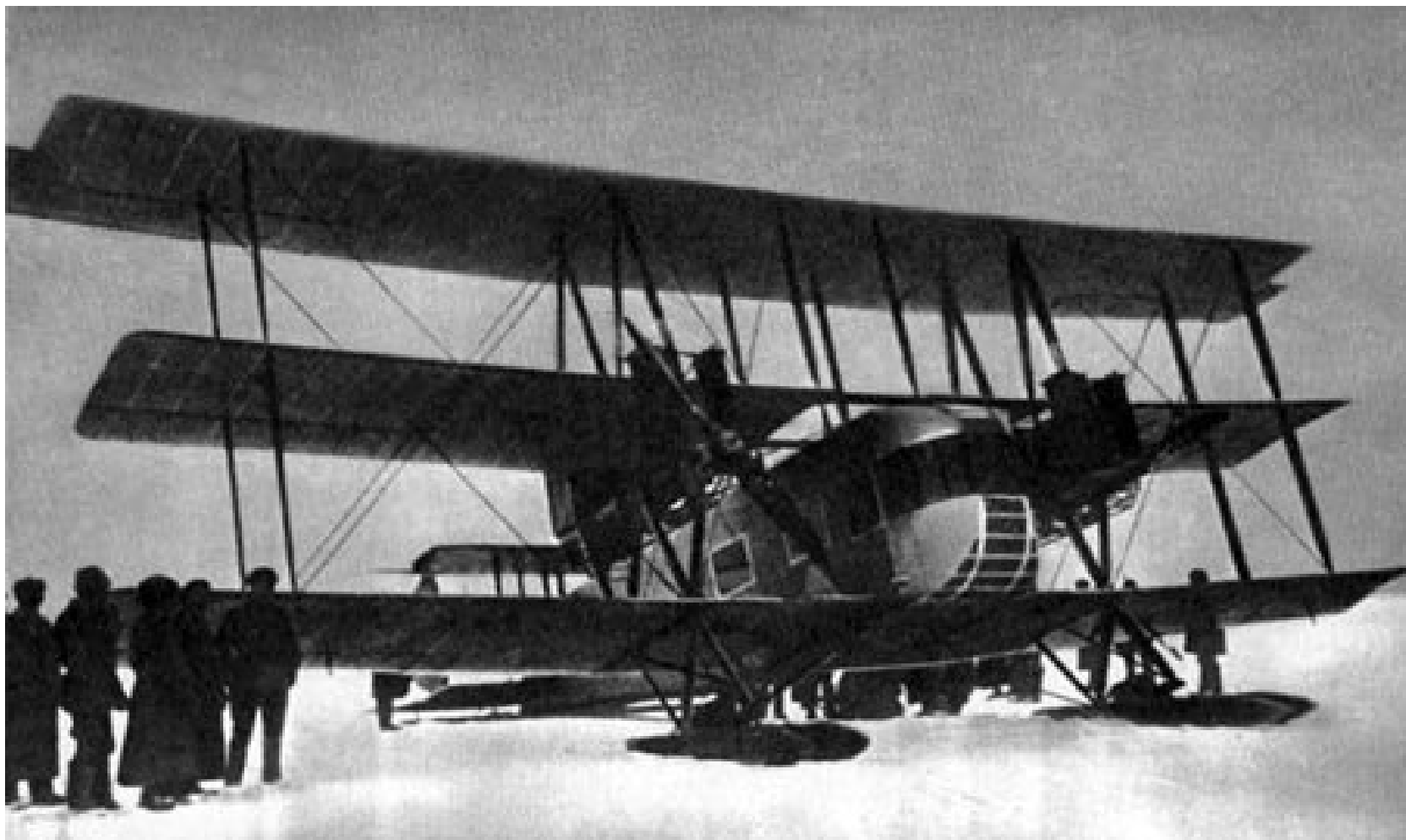
Аэросани

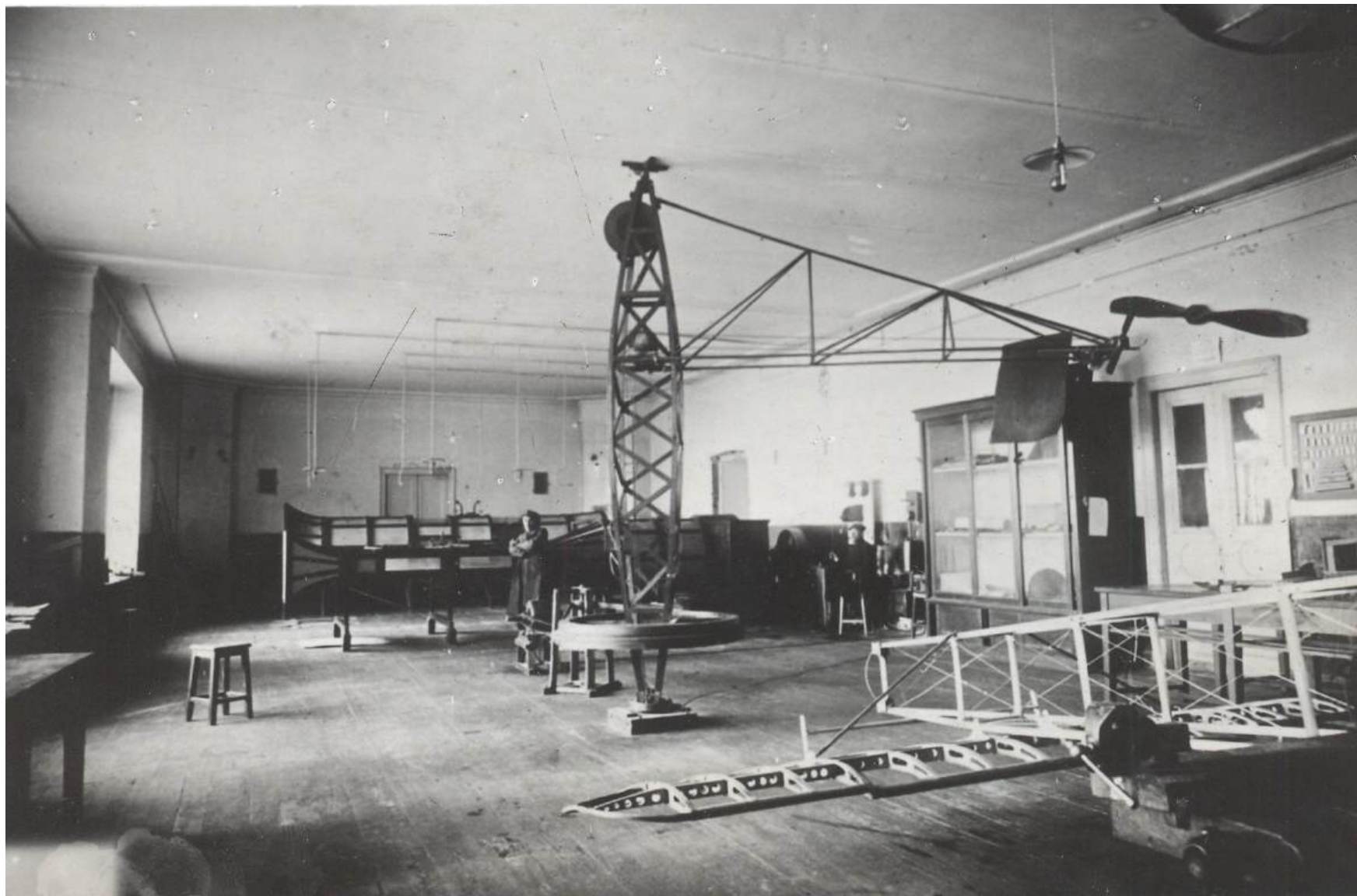




Аэросани АНТ- IV во время подготовки к выставке в Берлине.

Триплан КОМТА (1923)





Самолет АК-1 (Александров и Калинин)



AHT-1 (1923)



AHT-3 (1926)



Первая «Страна Советов» (самолет № 603).
Использованный для продолжения перелета «дублер» имел
немного иное написание слова «Советов» и светлые капоты моторов

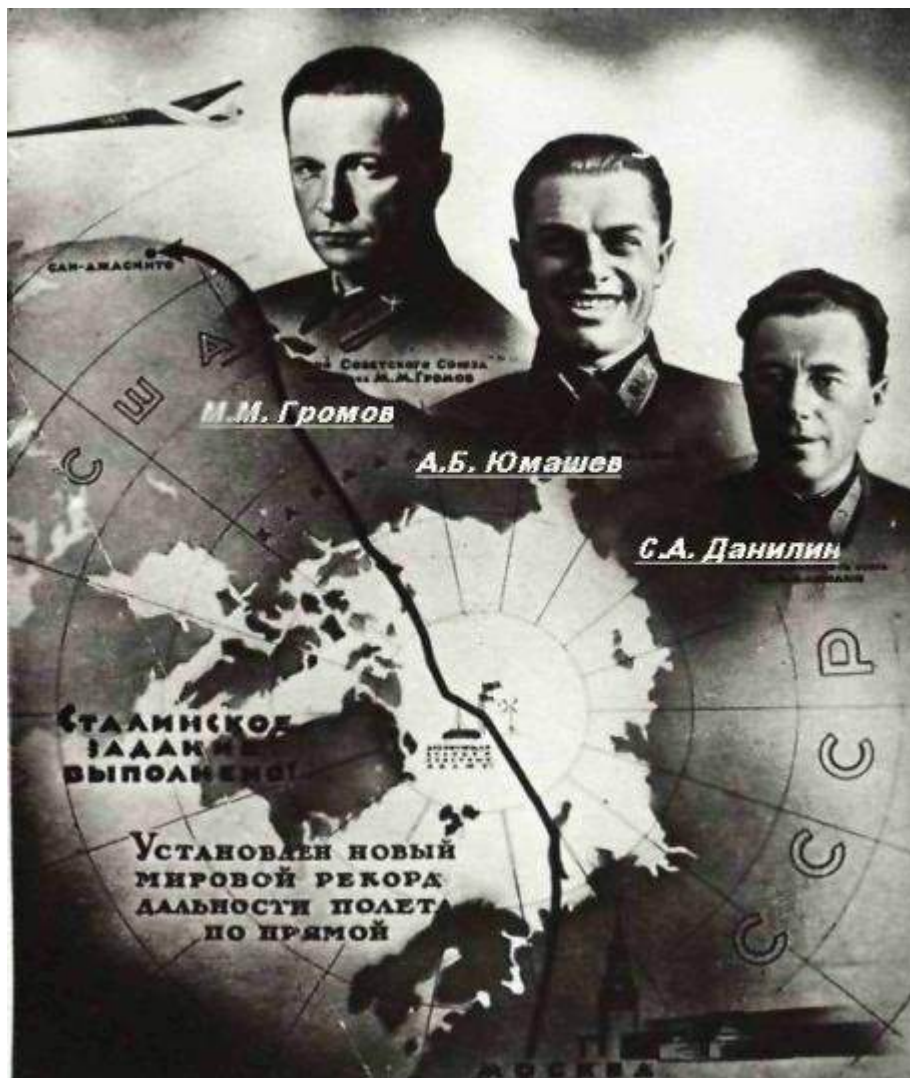


„Страна
Советов”

„Страна
Советов”

надпись
на самолете №603

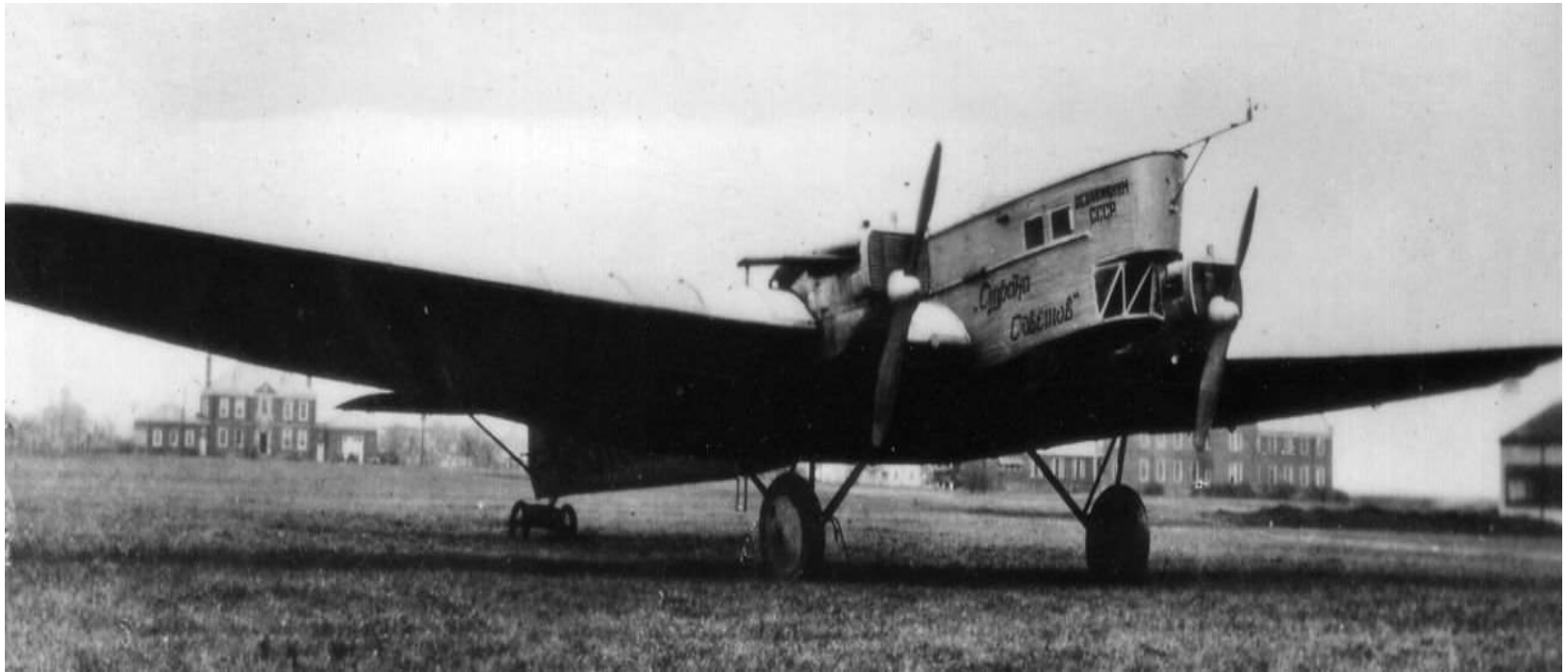
надпись
на «дублере»



А.Н. Туполев (1888-1972)



АНТ-4 «Страна Советов» (1929)



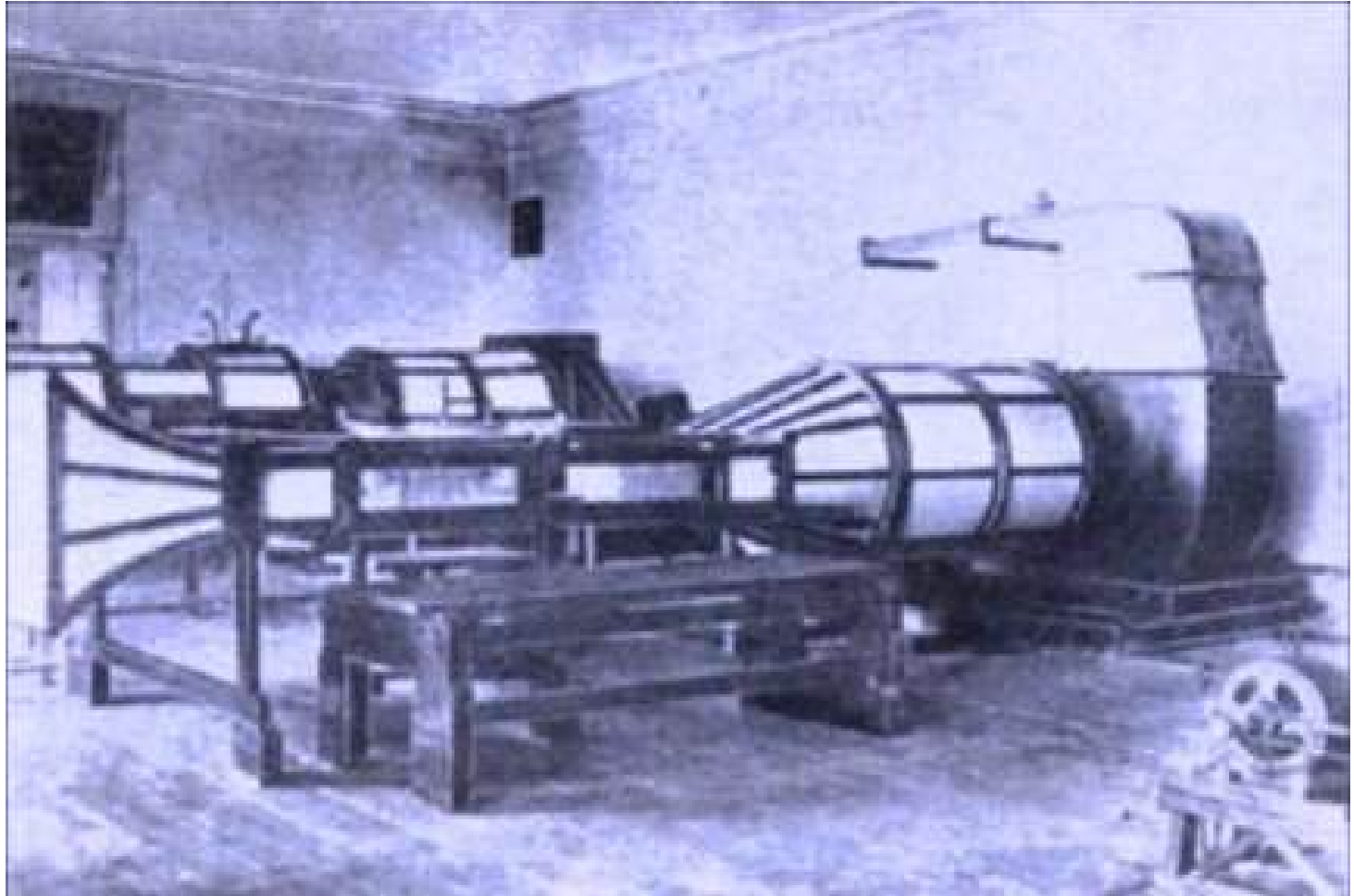


- Институт занимался турбинами и гидротехническими сооружениями, имея в своем составе гидравлический отдел. В этом отделе был выполнен целый ряд работ для наших крупнейших гидростанций. Но затем, по мере роста ЦАГИ, отдел ветряных двигателей и гидравлический отдел были выделены в самостоятельные учреждения и превратились в **Центральный ветроэнергетический институт** и **Гидроэнергетический институт (1931)**.

- ЦАГИ занимался также авиационными моторами. В 1930 г. винтомоторный отдел института был выделен из института и реорганизован в самостоятельное учреждение – **Центральный институт авиационных моторов.**

- Отдел испытания авиационных материалов, который был преобразован в **Центральный институт авиационного материаловедения (1932)**

- Основными установками экспериментально-аэродинамического отдела являются **аэродинамические трубы**, в ЦАГИ их было несколько. В этом отделе имелась вентиляторная секция, и вентиляторы института использовались на многих весьма ответственных установках.



Аэродинамическая труба — это техническое устройство, предназначенное для моделирования воздействия среды на движущиеся в ней тела.

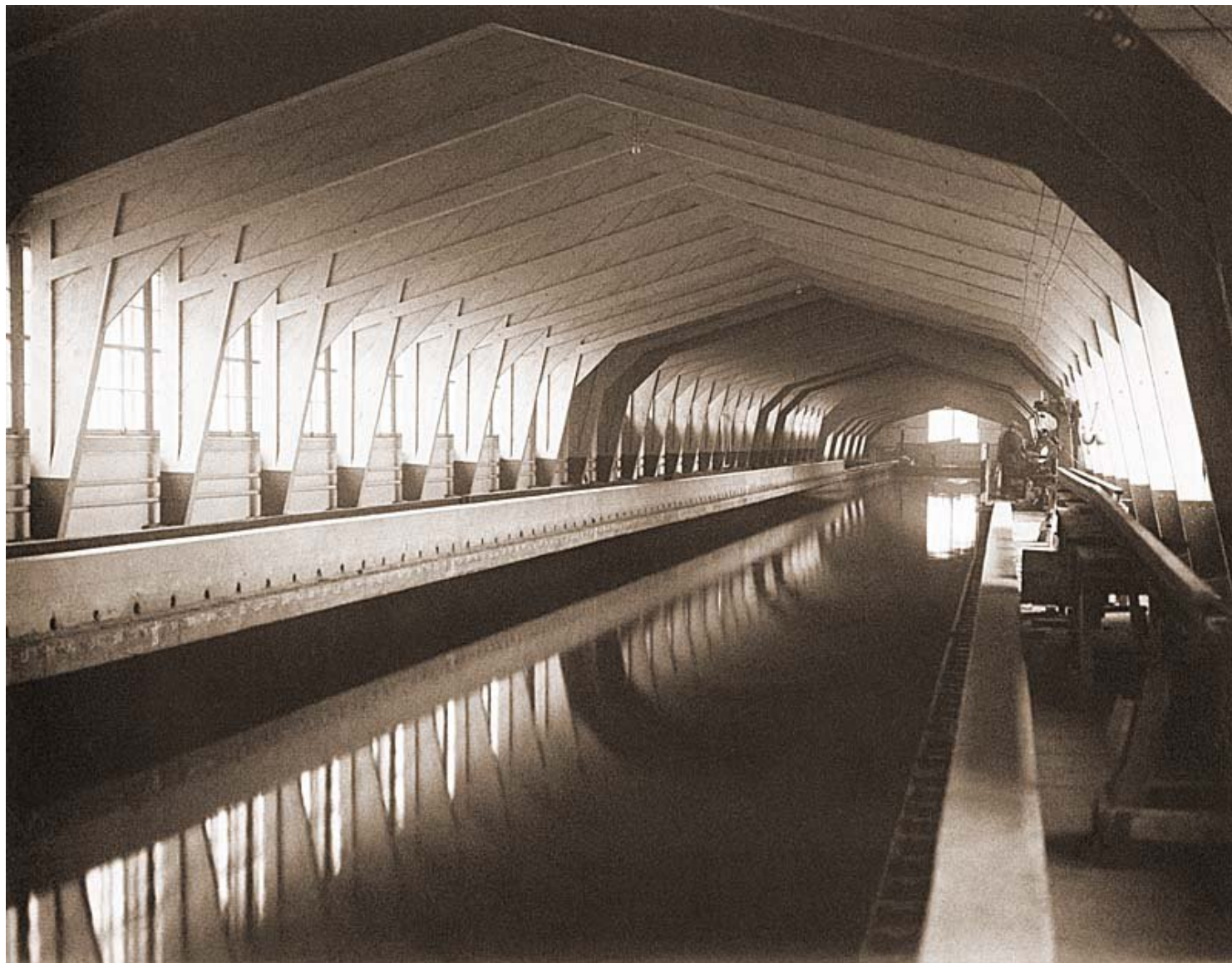


В экспериментально-гидродинамический отделе основной установкой является гидроканал. Модели, которые протаскиваются в гидроканале, изготавливаются из дерева или чаще из парафина.

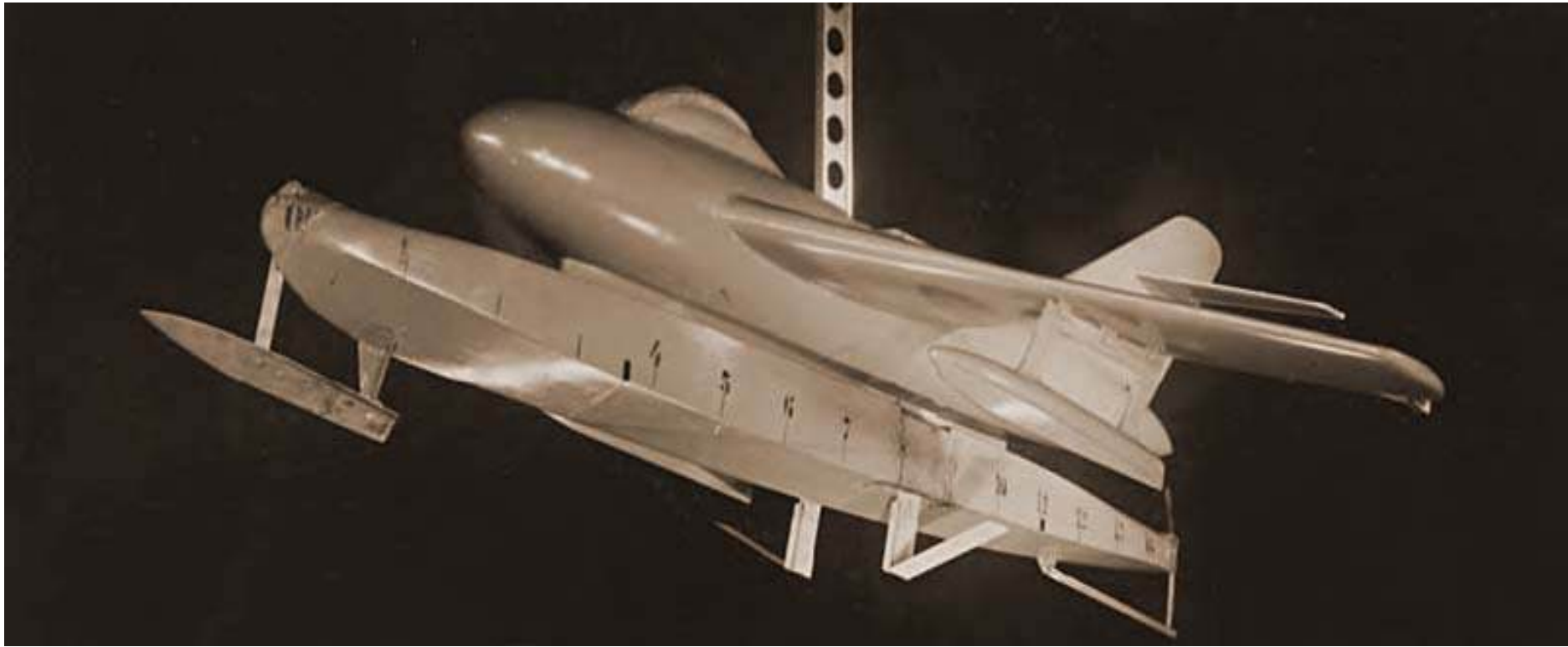
В экспериментально-гидродинамический отделе основной установкой является гидроканал.



Гидроканал ЦАГИ



ПОПЛАВКОВЫЙ САМОЛЕТ



Гидроканал ЦАГИ.
«Теплый», «деревянный»,
допожарный».
Его создание в конце 20-х пробил
Туполев на волне успеха разработки
своих глиссирующих катеров в первую
очередь для испытания
гидросамолетов.



Для помощи конструкторам в ЦАГИ в 1937 г. был выпущен первый том «Справочника для конструкторов», в котором были систематизированы требования по аэродинамике самолета. «Гидромеханика гидросамолета» и «Прочность самолета» были изданы II и III томами в 1938—1939 гг. В условиях военного времени в 1943 г. ЦАГИ выпустил фундаментальное издание — «Руководство для конструкторов». Так результаты фундаментальных исследований внедрялись в повседневную работу конструкторов и проектантов, закладывая прочную основу научного подхода к самолетостроению.

- В отделе прочности авиационных конструкций испытывались части конструкций машин как статически, так и динамически. Особенно много работ приходилось проводить по **статическим испытаниям**. Эти работы проводились в специальном зале статических испытаний, оборудованном железобетонными арками, подвижными кранами и особыми приспособлениями в полу, так что в любом месте этого зала можно было закрепить конструкцию и производить испытания на требуемую нагрузку

- Теоретическая группа возглавлялась академиком С.А. Чаплыгиным (1869-1942), который связан с ЦАГИ в течение многих лет. С 1921 г. он был председателем Коллегии, а затем директором и начальником института вплоть до 1931 г., когда он встал во главе теоретической группы. В этой группе занимались разработкой и дальнейшим продвижением математики, механики, аэродинамики и гидродинамики в области, имеющей значение для авиации и гидроавиации.

Конструкторский отдел ЦАГИ был чрезвычайно мощным и имел в своем составе весьма большое количество высококвалифицированных инженеров и конструкторов.

Во главе конструкторского отдела стоял А.Н. Туполев (1888-1972), инициалами которого называются машины ЦАГИ.

А.Н. Туполев (1888-1972)



Завод опытных конструкций ЦАГИ представлял собой сложную организацию, он состоял из громадного сборочного зала, вокруг которого группировались отдельные цехи – механический, термический, литейный, кузнечный, сварочный, в котором применялись все виды сварки – деревообделочный, электрохимический и т.д.

Благодаря комплексному подходу к формированию технического облика, ЦАГИ сыграл активную роль в работе по созданию советской авиации и советской авиационной промышленности и со временем стал центром международного значения и получил признание мировой научной общественности.