

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

Л. С. ЛЕЙБЕНЗОН

НИКОЛАЙ ЕГОРОВИЧ
ЖУКОВСКИЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

Л. С. Лейбензон — НИКОЛАЙ ЕГОРОВИЧ ЖУКОВСКИЙ

Пустая страница

А К А Д Е М И Я Н А У К С О Ю З А С С Р

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

Академик

Л. С. ЛЕЙБЕНЗОН

НИКОЛАЙ ЕГОРОВИЧ
ЖУКОВСКИЙ

(К СТОЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

М О С К В А 1947 Л Е Н И Н Г Р А Д

Под общей редакцией Комиссии Академии Наук СССР
по изданию научно-популярной литературы

Председатель Комиссии президент Академии Наук СССР
академик *С. И. ВАВИЛОВ*

Зам. председателя член-корреспондент Академии Наук СССР
П. Ф. ЮДИН

ОТ АВТОРА

Наиболее важные работы в области механики в нашей стране принадлежат великому русскому ученому Николаю Егоровичу Жуковскому. Столетие со дня его рождения исполняется 17 января 1947 г.

Работы Н. Е. Жуковского касаются всех областей механики, и везде он проложил основы для дальнейших исследований как его непосредственных учеников, так и последователей во всем мире.

Нельзя сказать, что есть школа, созданная Н. Е. Жуковским; правильнее — есть много школ, много научных направлений, созданных гением Жуковского, гигантскому уму которого впервые после Галилея удалось объять грандиозную науку — механику во всей ее совокупности.

Для Н. Е. Жуковского не было деления механики на теоретическую и практическую. Перед его умственным взором стояла единая наука механики, которую он прилагал для решения различных проблем окружающей действительности. Но особенно замечательны его работы в области гидродинамики — чрезвычайно богатой практическими приложениями отрасли механики. Гидродинамика началась с робких попыток Галилея, заметившего влияние формы живого сечения русла потока на течение воды в нем и понявшего всю трудность задач гидродинамики.

На заре XX столетия Н. Е. Жуковский, первый среди современных ему механиков, понял всю важность экспериментальных методов великого Галилея. Это дало

ему возможность на основании установленного им «постулата Жуковского» создать новую науку — аэродинамику. Грандиозное здание аэродинамики в течение последних тридцати лет было построено гласным образом трудами русских ученых, и аэродинамика по справедливости может считаться русской наукой.

Н. Е. Жуковский выработал первые методы экспериментальных исследований по аэродинамике и построил первые измерительные аэродинамические приборы. Он создал в 1902 г. в Московском университете первую в России аэродинамическую лабораторию, которая в то время была единственной и в Европе.

Своим преподаванием основ воздухоплавания в Московском университете и Московском высшем техническом училище и руководством экспериментальными исследованиями по аэродинамике он создал кадры ученых-теоретиков, прекрасных экспериментаторов и смелых новаторов-конструкторов.

Благодаря заботам и руководству И. В. Сталина эти ученики и последователи Н. Е. Жуковского доставили советской авиации руководящее мировое значение.

Николай Егорович уделял много внимания работам своих молодых учеников, так как видел в них тех, кто проникнет в новые, неизведанные области науки. «Старость и юность сливаются в непрерывной работе для познания истины», — так он закончил свою замечательную речь 16 января 1911 г. на торжественном заседании, посвященном 40-летию юбилею его научной деятельности.

В работах русской научной школы авиации, созданной Н. Е. Жуковским, теория успешно сочетается с практикой.

Газовая динамика — новая отрасль аэродинамики, созданная учеником Николая Егоровича, славным русским ученым, ныне покойным, академиком С. А. Чаплыгиным, представляет новое, блестящее завоевание советской науки, вышедшее из школы Н. Е. Жуковского. Дальнейшее развитие этих исследований Жуковского и Чаплыгина составляет выдающееся достижение современной механики.

Наша передовая авиационная техника строится на основе передовой авиационной науки и потому с честью

занимает выдающееся положение в мировой авиации. Н. Е. Жуковский был не только великим теоретиком, но и выдающимся изобретателем, шедшим в авангарде технической мысли своего времени. Так, в 1903—1905 гг. он изобрел и устроил модели центробежного вращающегося парообразователя, автожира, геликоптерного винта и воздушного термического реактивного двигателя.

Вместе с тем Н. Е. Жуковский являлся самым выдающимся ученым нашей страны в области теоретической механики. Он разделяет с английским механиком Раутом честь создания общей теории устойчивости движения. Вместе с нашей славной соотечественницей С. В. Ковалевской он более всех в мире продвинул решение задачи о движении твердого тела около неподвижной точки.

Благодаря Н. Е. Жуковскому возникла московская школа механики. Его исследования по различным вопросам практической механики и гидравлики дали нам современные направления работ наших ученых в области теории механизмов, теории регулирования машин, водопроводной и машинной гидравлики. Его исследования по теории движения подпочвенных вод привели к созданию целой науки — подземной гидравлики. Из неопубликованных работ его видно, что он дал первую научную теорию противогазовой маски.

Так всюду его острый ум пролагал новые пути для дальнейших исследований.

Только имя величайшего математика нашей страны, одного из великих геометров мира — Н. В. Лобачевского можно поставить рядом с именем величайшего русского механика, одного из великих механиков мира — Н. Е. Жуковского.

Автору этой книги вследствие затянувшейся болезни невозможно было работать без посторонней помощи. Он выражает глубокую признательность научной сотруднице ЦАГИ Надежде Матвеевне Семеновой. Она много помогла ему в собирании материала и установлении точных дат для первой, второй и пятой глав, в подборе всех иллюстраций и в общем редактировании мате-

риала. С ее помощью автору удалось закончить книгу во-время, к юбилейной дате, и тем выполнить свой долг перед светлой памятью дорогого учителя — Николая Егоровича Жуковского.

Выражает автор благодарность и всем другим лицам, помогавшим ему в работе, в частности В. А. Гавриленко, Л. Н. Пржевальской, М. И. Радовскому, Н. А. Смирновой.

Академик Л. ЛЕЙБЕНЗОН

Москва, 16 декабря 1946 г.

ГЛАВА I

БИОГРАФИЯ Н. Е. ЖУКОВСКОГО

Николай Егорович Жуковский родился 17 (5) января 1847 г. в с. Орехове, в 30 км от исторического города Владимира на Клязьме. Отец его, Егор Иванович Жуковский, происходил из мелкопоместных дворян Полтавской губернии. Род Жуковских записан во II книгу дворян этой губернии. Прадед Николая Егоровича, Алексей Григорьевич Жуковский, имел трех сыновей — Ивана, Николая и Григория. По сохранившимся в архиве семьи Жуковских письмам и воспоминаниям,¹ дед Николая Егоровича, Иван Алексеевич Жуковский, был офицером русской армии. В эпоху войны 1812 г., во время одной из стоянок его полка в Польше, он женился на Марии Михайловне Тышкевич. Выйдя в отставку, он поселился с женой в родовом имении Русановке в Полтавской губернии, где и провел всю свою жизнь. Скончался он в 1839 г., немногим пережив свою супругу.

Жуковские имели троих детей: Егора, Варвару и Ульяну. Отец Николая Егоровича, Егор Иванович, родился в 1814 г. и жил с родителями в имении. Оба дяди, Николай и Григорий Алексеевичи, жили в Петербурге, из них старший в роде, Николай, сыграл большую роль в жизни своего племянника. Он увез его в 1829 г. в Петербург и определил в Институт Корпуса инженеров путей сообщения, который к тому времени уже претерпел военизацию 1824 г. и изменение устава

¹ Е. А. Домбровская. Н. Е. Жуковский в письмах и воспоминаниях. 1946. (Рукопись).

1829 г. и был превращен в закрытое военное учебное заведение. Но замечательные французские ученые и инженеры — Ламэ, Клапейрон, Базен читали еще свои курсы. Как раз в это время, в 1831 и 1832 гг., по инициативе Базена были организованы в Институте публичные «чтения об усовершенствовании в инженерных науках». Эти чтения происходили по вечерам один-два раза в неделю. Лекторами были Базен, Дестрем, Резимон, Ламэ, Севастьянов, академики Буняковский, Остроградский, Гесс и др.

9 июня 1832 г.¹ Егор Иванович закончил свое обучение. В списке окончивших Институт за 1832 г. числится и Егор Жуковский, выпущенный в чине прапорщика. 4 мая 1833 г. он был направлен во Владимир, «для практических занятий к изысканию по проекту шоссе от Москвы до Нижнего Новгорода», к управляющему означенными изысканиями Корпуса инженеров майору Энгельгардту. На обороте приказа о его командировке приписка Егора Ивановича: «1833 года мая 10 дня в 5 часов утра выехал из С.-Петербурга во Владимир с прапорщиком Ф. Пселом». С этого времени и до 1844 г. Егор Иванович работал по постройке и ремонту шоссе Нижний — Москва на участке Владимир — Болдино. Сохранился приказ № 146 по Корпусу путей сообщения от 20 июля 1835 г. с объявлением благодарности строителям шоссе Нижний — Москва. В числе других упоминается и прапорщик Егор Иванович Жуковский.

По смерти родителей (в 1839 г.) Егор Иванович продал свою часть имения Русановка своей тетке по матери, Варваре Михайловне Кулябкиной, а сам, женившись в 1840 г. на Анне Николаевне Стечкиной, приобрел имение Орехово во Владимирской губернии. В 1842 г. он подавал прошение об отставке, но освобожден не был и продолжал службу, постоянно разъезжая между Ореховом, Болдиным и другими пунктами шоссе. Лишь 15 декабря 1844 г., приказом по строительному отряду путей сообщения, «по домашним обстоятельствам был уволен в отставку начальник 4-й дистанции II отделения V округа путей сообщения

¹ Все даты (если нет соответствующей оговорки в тексте) даны по старому стилю.



ЕГОР ИВАНОВИЧ ЖУКОВСКИЙ
(1814—1883)

поручик Е. И. Жуковский 1-й, штабс-капитан и с мундиром». В квитанции Департамента ревизий отчетов от 30 ноября 1851 г. значится: «Производителю работ штабс-капитану Жуковскому. Технический отчет по ремонту нижегородского шоссе 4-й дистанции II отделения V округа 1844 года Департаментом рассмотрен. Все статьи этого отчета найдены правильными, отчет представлен в срок». Ввиду недостатка средств Егор Иванович взял на себя управление соседними имениями графа Зубова. Позднее он жил у своего старшего сына Ивана, управляя его имением Новым, в Тульской губернии. Там он и умер в 1883 г.

Егор Иванович, воспитанник лучшего технического учебного заведения своего времени, учился у знаменитых французских профессоров, представителей освободительных идей Французской революции XVIII века. Его умственные запросы, его идейные настроения были много выше окружавшей его среды. Поэтому-то он и прекратил свою инженерную службу, чтобы на свободе в своем имении предаться собственным мыслям, а может быть и заняться планами научных изысканий, возникших под влиянием лекций его знаменитых французских учителей. Но, очевидно, суровая действительность, связанная с заботой о большой семье, отвлекала его от научной деятельности.

Несомненно, что своими беседами и рассказами он оказал известное влияние на чисто инженерное направление ума своего впечатлительного сына, и от него-то Николай Егорович унаследовал свою необыкновенную техническую интуицию. Уделяя много внимания управлению вверенного ему имения, он мало занимался собственным хозяйством, которое вела его жена — Анна Николаевна, обладавшая властным характером и практическим складом ума. Доходы Жуковских были невелики, а потому обстановка жизни семьи не отличалась большим достатком, но родители старались дать детям хорошее образование.

Николай Егорович был худеньким, смутлым, подвижным мальчиком с черными мягкими волосами и темными глазами. Он был самолюбив, немного вспыльчив, но в то же время ласков и добр. В детстве он отличался шаловливостью. Кроме него в семье было еще три



ДОМ В ОРЕХОВЕ, ГДЕ РОДИЛСЯ Н. Е. ЖУКОВСКИЙ

сына — Иван, который был старше его на три года, Валерьян — на четыре года моложе и Владимир — на шесть лет моложе.

Для подготовки детей к поступлению в гимназию родители пригласили учителя, 20-летнего студента второго курса медицинского факультета Московского университета, Альберта Христиановича Репмана (1834—1917), который приехал в Орехово в 1854 г., когда Николаю Егоровичу было 7 лет.

Отец Репмана, Христиан Репман, нидерландский подданный, владелец небольшой суконной фабрики в Хамовниках, был женат на француженке Констанции-Екатерине Дюпюи. Поэтому Альберт Христианович отлично владел французским языком (он хорошо знал и немецкий). Он отличался живым и разносторонним умом и имел широкий круг научных интересов. Всю жизнь он тяготел к науке и стремился расширить свои знания. До глубокой старости он вел научную работу по физике и был впоследствии действительным членом Московского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, вице-президентом которого стал Н. Е. Жуковский. Этот выдающийся человек, несомненно, оказал значительное влияние на умственное развитие своего одаренного ученика.

В детстве Николай Егорович много читал. Не малое влияние на него оказали романы Жюль Верна, с его бесстрашными героями, смелыми учеными и изобретателями. Николай Егорович не обнаружил склонности к арифметике, но проницательный Репман сумел оценить своего необыкновенного ученика.

В 1857 г. мать Жуковского со старшими детьми переехала в Москву, где поселилась в небольшой квартире на Арбате. Н. Е. Жуковский выдержал в феврале 1858 г. экзамен в первый класс четвертой мужской классической гимназии, находившейся тогда в доме Пашкова, где теперь Ленинская библиотека. Николай Егорович был приходящим учеником только первую зиму, когда жил с матерью, а с осени 1858 г. он поселился с братом Иваном в пансионе при гимназии, а мать вернулась в имение.

В младших классах гимназии Николай Егорович учился посредственно. Ему плохо давались латинский и



А. Х. РЕПМАН
(1834—1917)



IV МОСКОВСКАЯ ГИМНАЗИЯ, В КОТОРОЙ УЧИЛСЯ Н. Е. ЖУКОВСКИЙ

немецкий язык. Он учился посредственно и по арифметике, и только в четвертом классе на уроках геометрии обнаружился его математические способности.

В старших классах гимназии Николай Егорович сделался одним из лучших учеников с определившимся интересом к математическим наукам.

В 1864 г. Н. Е. Жуковский окончил гимназию с серебряной медалью. Перед ним возникла трудная проблема, в каком высшем учебном заведении продолжать свое образование. Еще в детстве он мечтал быть инженером. На этот путь увлекал его и любимый товарищ-одноклассник, впоследствии знаменитый инженер и профессор, Михаил Андреевич Цукин. М. А. Цукин поступил в 1863 г. прямо в седьмой класс четвертой гимназии, где близко сошелся с Николаем Егоровичем. Их соединяло общее влечение к технике. Это стремление Николая Егоровича поддерживал и его отец, который сам был инженером-путейцем. Николаю Егоровичу не пришлось поступить в Институт инженеров путей сообщения, — у родителей не было возможности содержать его в С.-Петербурге. Любопытно отметить, что сам Николай Егорович, будучи учеником гимназии, не имел никакого желания поступить в университет, — его пугала мысль, что он по окончании университета должен будет сделаться преподавателем средней школы. Тем не менее Н. Е. Жуковскому все же пришлось поступить в Московский университет, так как Московского технического училища в то время еще не существовало. С осеннего семестра 1864 г. он начал слушать лекции математического отделения физико-математического факультета Московского университета.

В это время Московский университет уже оправился от того тяжелого состояния, в котором он находился в правление Николая I. Новый университетский устав 1863 г., давший университету некоторую автономию, позволил расширить и улучшить преподавание, и среди студентов Московского университета появилась талантливая молодежь. В числе профессоров математического отделения физико-математического факультета в это время было не мало выдающихся русских ученых. Математику читали А. Ю. Давидов и В. Я. Цингер, теоретическую механику — Ф. А. Слудский, физику — Н. А.

Любимов, астрономию — Б. Я. Швейцер и Ф. А. Бредихин, практическую механику преподавал А. С. Ершов.

Ко времени поступления Н. Е. Жуковского в университет заслуженный профессор Н. Д. Брашман оставил по болезни университет, но продолжал влиять на преподавание математики и механики через своих учеников, которые объединились вокруг него в математический кружок. Н. Е. Жуковский учился у ученика Н. Д. Брашмана — Ф. А. Слудского, у которого он прослушал полный курс механики. Его ближайшими товарищами по курсу были М. А. Щукин, В. В. Преображенский и Н. Н. Шиллер, с которыми он находился в дружеских отношениях всю жизнь. Из университетских профессоров, судя по рассказам Н. Е. Жуковского, наибольшее влияние оказал на него молодой ученый В. Я. Цингер, известный своими работами по геометрии. Геометрический склад ума проф. В. Я. Цингера ближе всего соответствовал геометрическому характеру мышления Н. Е. Жуковского, и поэтому именно В. Я. Цингер оказал на студента Жуковского большее влияние, нежели другие профессора.

Н. Е. Жуковский в студенческие годы обладал ограниченными материальными средствами и для их пополнения занимался вместе с М. А. Щукиным изданием лекций своих профессоров. В архивах Московского университета сохранился любопытный документ — письмо ректора от 9 ноября 1867 г., в котором он по формальным соображениям отказывает факультету в ходатайстве о назначении стипендии им. М. В. Ломоносова студенту четвертого курса Н. Е. Жуковскому. Повидимому, Н. Е. Жуковский не считался самым выдающимся студентом на курсе, и впереди его по успехам стояли его товарищи — В. В. Преображенский и Н. Н. Шиллер.

В. В. Преображенский, будучи студентом четвертого курса, получил золотую медаль, а Н. Н. Шиллер — похвальный отзыв за сочинение на заданную факультетом тему: «Равновесие твердого тела, погруженного в жидкость, при действии силы, направленной непосредственно к центру». Оба они были оставлены при университете и командированы в 1871 г. за границу. В 1873 г. первый получил степень магистра чистой математики, а



Н. Е. ЖУКОВСКИЙ ГИМНАЗИСТ

второй — магистра физики. Таким образом, оба близких товарища Н. Е. Жуковского получили первую степень и профессию на три года раньше его. Повидимому, Николай Егорович во время университетского курса не оставлял мысли стать инженером и поступить в знаменитый тогда Институт инженеров путей сообщения, в котором учился его горячо любимый отец. Его товарищ М. А. Циукин, сам страстно желавший стать инженером, поддерживал его в этих стремлениях, и по окончании университета оба поступили на второй курс Петербургского института инженеров путей сообщения. Ко времени поступления Н. Е. Жуковского в институте уже не было тех блестящих профессоров, какие были при его отце. Изменился и самый характер преподавания, но это все же была лучшая из высших технических школ тогдашней России. Самым выдающимся профессором института в это время был ординарный академик Иосиф Иванович Сомов, занимавший кафедру аналитической механики. Остальные профессора института не были крупными учеными и ценились лишь за свои практические познания. Согласно французской традиции, идущей еще от Монжа, в институтском преподавании, особенно на младших курсах, важную роль играли начертательная геометрия, черчение и низшая геодезия. Эти предметы не требовали особых способностей от изучающего, но на них надо было затратить много усидчивого труда. Поскольку можно судить по рассказам Н. Е. Жуковского, преподавание в институте велось шаблонно, и руководящие идеи преподаваемых дисциплин не были поставлены перед учащимися с должной отчетливостью. Все это не могло привлечь к себе привыкший к строгим и ясным математическим рассуждениям геометрический ум Николая Егоровича. К тому же, согласно тогдашним правилам, Николай Егорович не был освобожден от сдачи или перезачета предметов, которые он изучал в университете. Его еще не окрепший организм не смог сразу приспособиться к климатическим условиям Петербурга, и он стал прихварывать. Все это мешало успешности его занятий, он не смог сдать экзамен по геодезии, которая в системе преподавания института играла важную роль, и в конце 1868 г. он уехал обратно в Москву.

Однако он не отнесся безразлично к геодезии, и его творческий изобретательный ум некоторое время был даже занят изобретением машины для геодезической съемки. Это видно из его писем к М. А. Щукину, выдержки из которых приводятся ниже.

Осень 1869 г.

«...До сих пор я не стал на определенную почву относительно своего будущего; занимаюсь математикой и читаю институтские лекции; полагаю, что ты составил плохое мнение о моем характере. Сообщаю тебе об одном своем открытии: я совершенно сочинил нивелировочную машину на началах прочных и не схожих с теми, которые тебе известны. Важность и удобство этой машины так велики в моих глазах, что, несмотря на всю скудость финансов, я решился ее сделать на собственный счет. В следующем письме подробно опишу тебе ее устройство и приложу рисунки, теперь скажу только, что она может быть привинчена к экипажу и будет показывать на каком угодно расстоянии высоту места с точностью $1/1000$. Эта проклятая машина вскружила мне совершенно голову. Я отбил даже от математики, только и думаю, что об ней...»

12 января 1870 г.

«...Я писал тебе, что все это время занимался праздными выдумками; они состояли главным образом в изобретении графической геодезической машины. Осенью у меня уже был готов проект машины, наносящей вертикальный профиль местности, но машина эта была очень длинна и должна была стоить порядочную сумму, поэтому я отложил исполнение ее в сторону и занялся усовершенствованиями. Теперь я узнал, что осенью же уже была изобретена подобная машина и пущена в ход. Какой-то франт подал ее военному министру и выхлопотал себе привилегию (в военном деле такая машина еще нужнее, чем в инженерном). Теперь же машина уже в продаже. Она стоит около тысячи рублей экзemplар и длиною в три сажени, исполнительный механизм в ней такой же, какой был выдуман мною сна-



Н. Е. ЖУКОВСКИЙ и М. А. ЩУКИН в С.-ПЕТЕРБУРГЕ в 1868 г.

чала. Несмотря на подобный конкурс, я не унываю и теперь уже вполне подготовил проект универсальной геодезической машины. Устройство ее очень просто, и, несмотря на то, она дает графически длины координат каждой точки, через которую ее провозят. Ты получишь три тесьмы: на первой изображен вертикальный профиль местности, на двух других — проектирующие цилиндры на плоскость меридиана и первого вертикала. Я приложил к делу электричество и пользуюсь уровнем и магнитной стрелкой.

Мой дядя доставил мне протекцию у Казакова, и мне поручено представить проект на рассмотрение техника Данилова (впрочем, говорят, что Казаков — страшная шельма). Если проект окажется выполнимым и удобоприменимым, то Казаков намеревался его у меня купить. Я завел у себя все чертильные принадлежности и занимаюсь черчением; впрочем, оно идет не очень-то успешно.

В следующем письме подробно опишу тебе мою машину и пришлю чертеж ее; она очень мала и кажется весьма удобна (впрочем, это, конечно, пристрастное мнение изобретателя)...

К сожалению, сухие формалисты профессора Института инженеров путей сообщения не обратили внимания на талантливого студента, жаждавшего творческого оригинального изучения любимых им инженерных дисциплин. В холодном чиновном Петербурге не нашлось места для яркого таланта Николая Егоровича, когда он был студентом, не нашлось и впоследствии, когда речь шла об избрании его в профессора Института инженеров путей сообщения, а потом в члены Академии Наук.

Николая Егоровича потянуло из туманного Петербурга к яркому московскому солнцу, и он постепенно в течение лета и осени 1869 г. пришел к мысли отказаться от сдачи осенних экзаменов в Институте инженеров путей сообщения и заняться подготовкой к сдаче магистерских экзаменов по механике. Средства к жизни он решил получить от той самой профессии учителя, которой он так страшился, будучи воспитанником восьмого класса четвертой гимназии.

До осени 1870 г. он частью жил в Москве, частью у родителей в Орехове, занимаясь подготовкой к магистерскому экзамену. С 15 августа 1870 г. он занял место преподавателя физики во второй московской женской гимназии вместо уехавшего в Одессу профессора физики Н. А. Умова. У нас не сохранилось определенных указаний на то, кто из университетских профессоров имел наибольшее влияние в это время на Н. Е. Жуковского. Только из писем его к М. А. Щукину видно, что он интересовался прикладной механикой и особенно технической термодинамикой и теорией тепловых машин. Он основательно изучил знаменитое тогда сочинение Густава Цейнера (Gustav Zeuner) «Grundsätze der mathematischen Wärmetheorie» и намеревался писать магистерскую диссертацию по теории машин, работающих нагретым воздухом. Вот что пишет Н. Е. Жуковский Щукину в своих письмах.

12 января 1870 г.

«...До Рождества я жил в Москве вместе с Володией и Иваном и поддерживался двумя уроками, с которых получал 50 рублей. Умственные мои занятия были более направлены на самостоятельные изобретения, потому можно сказать, что я в этом отношении бездельничал. Впрочем, зато я все-таки несколько позапасся здоровьем и потому теперь думаю начать положительно заниматься практической механикой, чтобы с осени держать магистерской экзамен. Шиллер и Преображенский уже магистры (магистранты). Я буду держать экзамен по прикладной математике. Практиком механиком я выйду едва ли, ну да, может быть, удастся где-нибудь читать по этому предмету. До Рождества я посещал математические собрания; теперь я приготовил одну статью по теории уравнений, которую, если удастся, надеюсь скоро сообщить в этом собрании...»

26 января 1870 г.

«...Не знаю, получил ли ты письмо, которое я написал тебе недели две тому назад; в нем я описал тебе свое намерение держать в начале будущего академиче-

этого года экзамен на магистра прикладной математики. Этим своим решением я вполне доволен, хотя ты, может быть, найдешь его не очень-то практичным. Механиком-теоретиком я сделаюсь хорошим, тогда как практиком едва ли мог быть.

Полагаю, что ты теперь сделался совершенным инженером...»

Апрель 1870 г.

«...Я еду завтра поутру в деревню; погода стоит у нас такая прекрасная, что никак не утерпеть не подышать деревенским весенним воздухом. На Фоминой неделе я возвращусь опять в Москву и побуду в ней до первых чисел мая, чтобы покончить некоторые свои уроки, а там и совсем переберусь в деревню; буду себе заниматься на спокойе. Я запасся многими книгами, купил даже себе Редтенбахера, за которого дал 20 рублей. Удивительно прекрасная и полная механика, не Вейсбаху чета. Теперь я дал себе слово серьезно заниматься и отложил на время выполнение всевозможных выдумок, на которые истрачивал не мало времени. Прежде всего нужно знание и знание; я убедился, что всевозможные мои машины (а их накопилась порядочная куча), и нивелировочная и филейная и чулочная, имеют пока только схематическое существование, и для приведения их в исполнение нужно иметь более практического знания, нежели имею я; машины-то выйдут, да выйдут совсем горевые, тогда как по мысли, бог знает, куда лезут...»

27 января 1871 г.

«Дорогая моя Щука, прости меня, что так долго не отвечал на твое письмо, у меня в это время был назначен первый экзамен, который, впрочем, по болезни Давидова, отложили до вторника на маслянице. Ты видишь, что я по своему нерешительному характеру затянул свои приготовления на очень длинный срок. Прочел я довольно много, почти все крупные сочинения по практической механике, а все-таки немного трушу. На маслянице напишу тебе более длинное письмо, в кото-

ром сообщу свои планы насчет судьбины; теперь же расскажу, как провел весь этот длинный срок, в который мы не писали друг другу ни одного слова.

Провел я его однообразно, лето просидел под тенью деревьев с книгой в руках у себя в Орехове. Зиму просидел подобным же образом (только, разумеется, без тени деревьев) у себя на квартире в Москве.

В Москве мы живем всей семьей, кроме Ивана, который получил место следователя в Волоколамске. Проводя таким образом время, я предавался изучению и мечтанию, последнее играло немаловажную роль; насочинил миллионы разных штук, из которых не привел к выполнению ни даже ничего. В это лето по окончании экзаменов думаю позаняться несколько опытами относительно любимого моего вопроса о машинах, действующих нагретым воздухом; имею по этому предмету весьма своеобразные мысли в голове и, вероятно, буду на эту тему писать диссертацию...»

Последние числа апреля 1871 г.

«...Благодарю за преждевременные поздравления с окончанием экзаменов, которые я действительно окончил еще в начале прошлой недели... Для устройства судьбины еще не имею никаких данных; первые летние месяцы думаю ничего не делать, а там займусь диссертацией; много надо будет прочесть по новой механической литературе, в которой я оказываюсь совсем schwach (занимался только классическими сочинениями). Памятную книжку Недзяловского я не видел и вообще не разбирал русских руководств по механике, так как привязался к Редтенбахеру. С механической теорией теплоты знаком хорошо, прочел всего Цейнера и Брю.

Вообще с теоретической стороны я еще маракую по механике, но в практическом отношении даю не малые промахи, и неоднократно забредают в голову невыполнимые проекты.

Был недавно у Желябужского, у него встретил помощника директора Комиссаровской школы, довольно опытного механика; с ним я здорово разговорился, сообщил ему некоторые из своих механических мыслей и при этом потерпел по некоторым фиаско...»

«Дорогой Щука! Письмо твое получил в собственные руки и благодарю, что вспомнил столь долго не писавшего друга.

Я теперь стал записным учителем, место Преображенского получил и, кроме того, читаю в женской гимназии и на женских курсах. На последних я читаю теперь по физике теплоту, но после масленицы буду читать механику. Вообще в материальном отношении я устроился довольно изрядно (получаю 1500 рублей в год) и могу спокойно заниматься своим делом, т. е. изучением механики. Но до сих пор еще не принимался за него серьезно, не выбрал еще окончательно темы для диссертации...»

Апрель 1872 г.

«...В гимназии свои дела покончил. Все экзамены мои прошли хорошо. В Техническом экзамены будут длиться до 26 мая. Занимаюсь теперь на свободе обдумыванием диссертации, которую буду писать летом...»

В весеннем полугодии 1871 г. Н. Е. Жуковский приступил к сдаче экзаменов на ученую степень магистра прикладной математики. Всех экзаменов было три. Здесь сказалось природное влечение Жуковского. Первый экзамен, 9 февраля, происходил по практической механике, следующий, 6 марта, — по теоретической механике и последний, 21 апреля, — по чистой математике. Таким образом, весной 1871 г. Н. Е. Жуковский сделался так называемым «магистрантом» по прикладной математике. Это позволяло ему получить место преподавателя в высшем учебном заведении. И действительно, с 1 января 1872 г. Н. Е. Жуковский был утвержден преподавателем математики в Московском техническом училище вместо получившего кафедру в Одесском университете его однокурсника В. В. Преображенского. С осени 1872 г. он познакомился с Ф. Е. Орловым, молодым профессором практической механики, только что вернувшимся из заграничной командировки. Это знакомство вскоре приняло характер большой дружбы.

Друзья обычно нанимали квартиры в ближайшем соседстве. Оба они были холостяками и жили со своими маменьками и сестрами. Большую часть свободного времени они посвящали научным занятиям. Н. Е. Жуковский стал посещать заседания Московского математического общества, председателем которого был его учитель А. Ю. Давидов. Он принимал также деятельное участие в физическом кружке, организованном молодым блестящим профессором физики Московского университета А. Г. Столетовым, человеком, с которым его соединила тесная дружба. Николай Егорович хорошо был знаком с физикой и любил эту науку. Он не раз говорил впоследствии своим ученикам: «А ведь я физику хорошо знаю. Надо и вам подзаняться физикой».

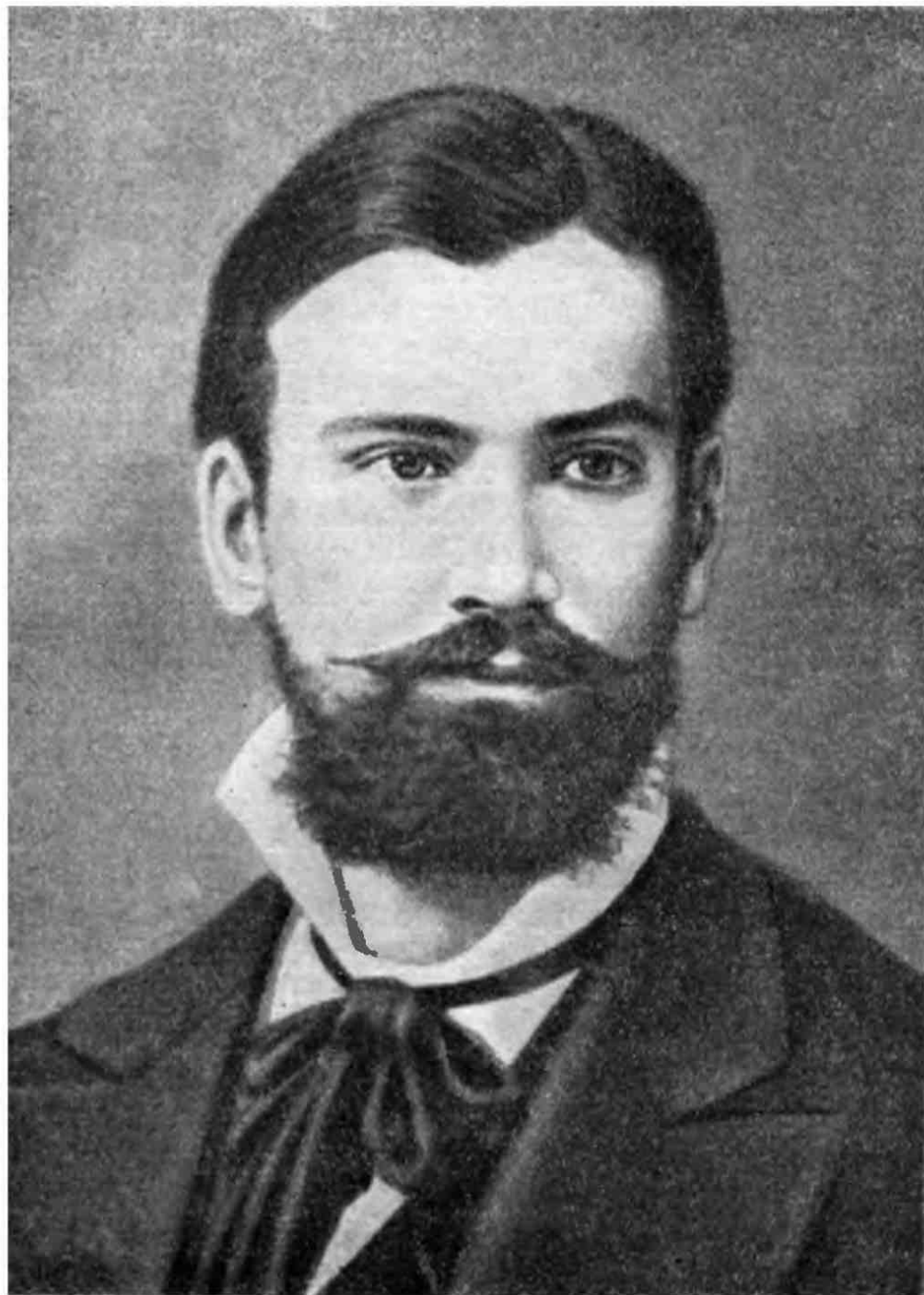
Свободное от занятий время Николай Егорович посвящал писанию магистерской диссертации. В это время он имел 40 уроков в неделю, притом в разных учебных заведениях.

В 1874 г., по предложению заведующего кафедрой механики проф. А. В. Летникова, он был утвержден доцентом по кафедре аналитической механики Московского технического училища.

Под влиянием своих учителей А. Ю. Давидова, Ф. А. Слудского и особенно В. Я. Цингера Николай Егорович работал над вопросами гидромеханики и постепенно пришел к созданию своего знаменитого сочинения — магистерской диссертации «Кинематика жидкого тела», которую он напечатал в 1876 г. в т. VIII «Математического сборника».

13 октября 1876 г. он успешно защитил диссертацию. Его оппонентами были профессора В. Я. Цингер и Ф. А. Слудский.

После защиты диссертации Николай Егорович был командирован Техническим училищем за границу на лето 1877 г. Целью командировки были дальнейшая работа в области гидромеханики и ознакомление с постановкой преподавания этого предмета в заграничных высших технических школах, и в особенности в парижской Политехнической школе. После недельного пребывания в Берлине Николай Егорович приехал 3 июня в Париж, где и провел почти всю командировку. В это



Н. Е. ЖУКОВСКИЙ в 1876 г.

время французская школа механики и математики находилась в зените своей славы. В Парижской Академии Наук были пользовавшиеся мировой известностью математики Шаль (Chasles, Michel), Эрмит (Hermite, Charles), Лиувилль (Liouville, Joseph), Серре (Serret, Joseph), Бонне (Bonnet, Pierre Ossian), Пюизё (Puisseux, Victor Alexandre), Буке (Bouquet, Jean Claude) и не менее известные механики Сен-Венан (Saint-Venant, Adhémar Jean Claude Barré de) и Резаль (Résal, Henry Amé), знаменитый астроном Леверье (Le Verrier, Urbain Jean Joseph), открывший Нептуна.

Блестящий французский ученый, инженер (впоследствии член Парижской Академии Наук), Морис Леви (Maurice Lévy) был тогда профессором Центральной школы мануфактур и искусств (École Centrale des Arts et des Manufactures) и Национальной школы мостов и дорог (École Nationale des Ponts et des Chaussées), а также главным инженером города Парижа.

Николай Егорович привез в Париж две свои работы — «Sur la percussion des corps» и «Sur un cas particulier du mouvement d'un point matériel», которые он хотел напечатать в «Comptes Rendus» Парижской Академии Наук. С этой целью он обратился к члену Академии Роллану (Rolland, Eugène), к которому имел рекомендательное письмо. Но академик Роллан, мало известный в области теоретической механики, повидимому, не смог разобраться в работах Николая Егоровича, чтобы представить их для напечатания в Академию Наук, и порекомендовал ему обратиться к другому академику — Резалю, знаменитому своими работами в области теоретической механики. Н. Е. Жуковский был этому очень рад, так как ему очень хотелось познакомиться с Резалем. Повидимому, Роллан представил Николая Егоровича Резалю, но свидание это было мало продолжительным, и Николай Егорович не смог основательно переговорить с Резалем по интересовавшим его вопросам механики. Обе работы Николая Егоровича Резаль напечатал в «Journal des Mathématiques pures et appliquées».

Резаль (Résal, Henry Amé, 1828—1896) окончил парижские École Polytechnique и École des Mines. Он начал свои научные работы под руководством знаменитого

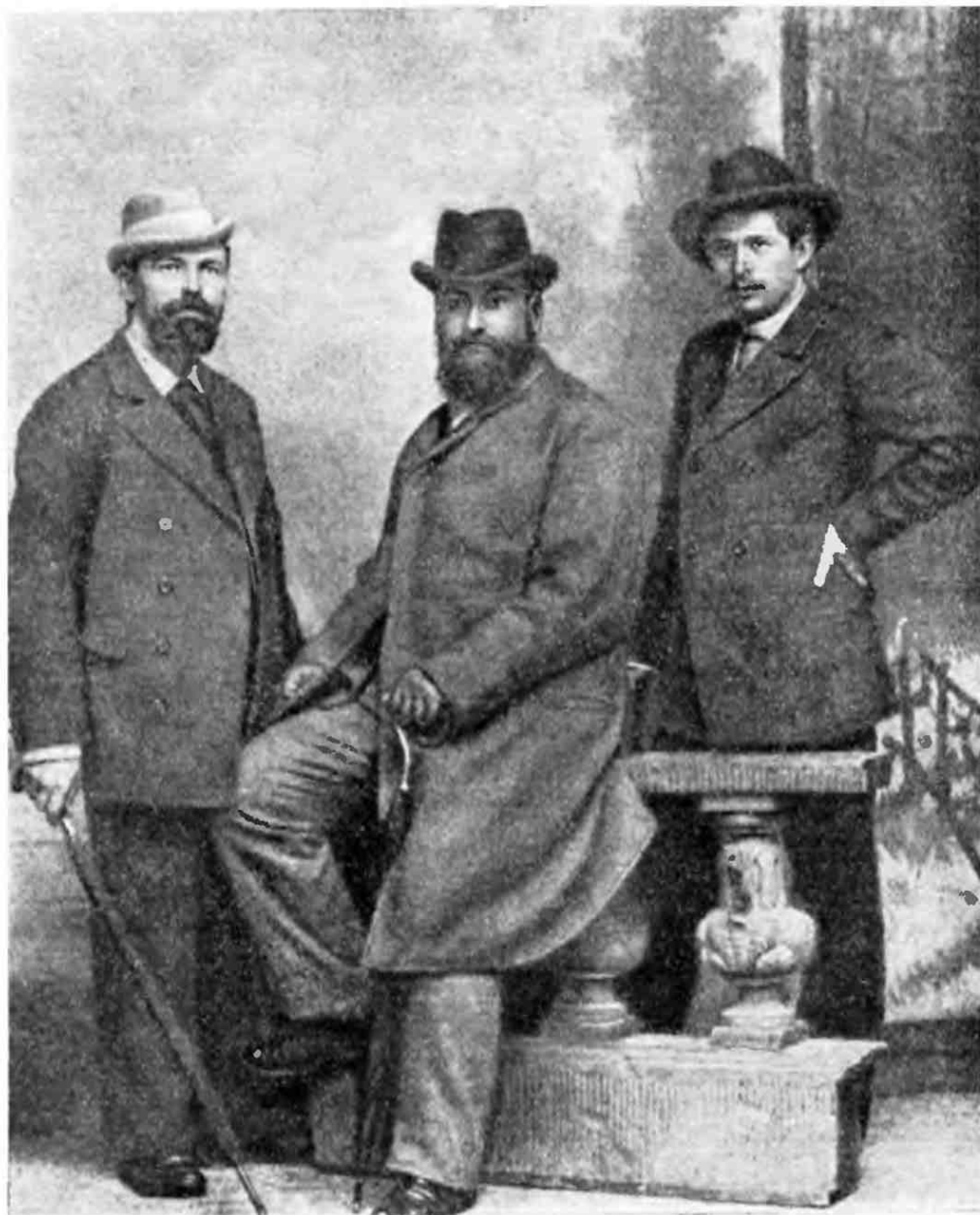
французского инженера, геометра и механика Понселе (Poncelet); после профессуры в Безансоне он в 1872 г. стал профессором механики в École Polytechnique и вскоре затем был избран в члены Парижской Академии Наук. Ему принадлежит первый капитальный курс кинематики «Traité de Cinématique pure». Он был автором многочисленных выдающихся работ по теоретической и практической механике; ему же принадлежали капитальные изыскания в области внутренней баллистики. Особенно был известен его семитомный курс по общей механике «Traité de Mécanique générale»; Николай Егорович часто рекомендовал этот курс своим ученикам.

Вскоре после приезда Н. Е. Жуковского в Париж Резаль уехал на летние вакации в деревню, и Николаю Егоровичу так и не удалось с ним побеседовать. Зато ему посчастливилось близко познакомиться с Морисом Леви (Maurice Lévy, 1838—1910). Николай Егорович рассказывал, что он несколько раз посещал квартиру Леви, но не заставал его дома, так как Леви был очень занятым человеком. Наконец, он получил записку Леви с приглашением прибыть к нему в мэрию г. Парижа, где он имел свой кабинет по должности главного инженера Парижа. Николай Егорович пришел по указанному адресу и был очень любезно принят. Беседа длилась несколько часов. Леви оценил выдающиеся способности молодого русского механика и дружески отнесся к нему. Он одобрил план преподавания Н. Е. Жуковского в Московском техническом училище и с большим интересом расспрашивал его о содержании его магистерской диссертации, которую он выразил желание иметь в французском переводе для издания во Франции. Во время беседы о методах и программах преподавания Николай Егорович спросил Леви о причинах большого внимания, уделявшегося в École Polytechnique преподаванию начертательной геометрии и геометрической теории механизмов. Леви ответил, что так ведется со времен Монжа и что это направление очень поддерживал знаменитый Понселе. «Инженер должен созерцать пространство,— сказал он,— иначе он будет не способен к разработке самостоятельных проектов. Углубленное изучение начертательной геометрии лучше всего развивает пространственное мышление. Строгие требования,

предъявляемые на экзамене по начертательной геометрии, позволяют произвести среди студентов отбор людей, не способных к пространственному мышлению, и освободить от них Политехническую школу в первый же год обучения. Подобную же роль играют строгие требования, предъявляемые при преподавании геометрической теории механизмов, которая позволяет выработать механическое мышление, столь необходимое при проектировании новых машин».

Морис Леви окончил парижские Политехническую школу (1858) и Национальную школу мостов и дорог (1861) и был впоследствии профессором этих школ. Начав с работ по геометрии, он перешел затем к исследованиям в области механики. В то время под влиянием работ цюрихского профессора Кульмана (Culmann) была создана новая самостоятельная дисциплина — графическая статика, получившая очень важное значение в инженерном деле. Леви является одним из основателей графической статики. Им написан знаменитый четырехтомный курс графической статики, которым восхищался Николай Егорович и который он рекомендовал своим ученикам. Леви принадлежат важные работы в области теории упругости, строительной механики и гидравлики. Вместе с тем он занимался небесной механикой и дал серьезные исследования по теории приливов. Геометрический склад его ума близко соответствовал складу ума Н. Е. Жуковского, а его разнообразная деятельность в теории и практике весьма импонировала молодому русскому ученому. Николай Егорович близко сошелся с Леви, и это поддержало геометрическое направление исследований Н. Е. Жуковского в области механики. Он часто посещал Леви в его служебном кабинете и вел с ним продолжительные беседы. Планы работ Н. Е. Жуковского, о которых он сообщил Леви, встретили его полную поддержку и одобрение.

Повидимому, во время этой поездки в Париж Николай Егорович познакомился с молодым профессором механики и геометрии в Парижском университете Гастоном Дарбу (Jean Gaston Darboux, 1842—1917) и со студентом École des Mines Пуанкаре (Henri Poincaré),



Н. Е. ЖУКОВСКИЙ (сидит посередине) с **А. И. ЛИВЕНЦОВЫМ** (стоит слева) и **Н. Н. ШИЛЛЕРОМ** в **БЕРЛИНЕ** в **1877 г.**

уже окончившим Политехническую школу и писавшим свою знаменитую диссертацию.

Дарбу (1842—1917), воспитанник Парижской École Normale, является одним из самых выдающихся французских математиков второй половины XIX в., работавшим преимущественно в области геометрии и отчасти механики. Ему принадлежат важные работы по геометрической интерпретации движения твердого тела около неподвижной точки. Во время пребывания Н. Е. Жуковского в Париже парижских механиков занимала известная проблема Бертрана («Comptes Rendus», Avril, 1877): зная, что планеты описывают конические сечения, и не предполагая ничего более, найти выражение слагающих действующей на них силы в функции координат точки ее приложения. Эта задача была решена в том же году французскими учеными Дарбу и Альфаном и русским ученым В. Г. Имшенецким, профессором механики в Харьковском университете.

С Дарбу, Пуанкаре и другими парижскими учеными Н. Е. Жуковский часто вел научные беседы, из которых выяснилось, что в то время иностранных ученых чрезвычайно интересовал мало исследованный вопрос об устойчивости (прочности) движения и о движении абсолютно твердого тела. По словам Н. Е. Жуковского, «несколько страниц «Натуральной философии» Томсона и Тета («Treatise on Natural Philosophy», §§ 344—366), посвященных исследованию прочности движения, представляли только легкий набросок, в котором указаны пути для более обстоятельного обследования». В 1875 г. Кембриджский университет поставил эту проблему на соискание премии имени знаменитого астронома Адамса. Эти обстоятельства временно прервали работы Н. Е. Жуковского по гидромеханике. Он посвятил свои силы разработке вопроса о прочности движения. Работа Жуковского шла независимо от работ известного английского механика Раута. Метод Раута представлял удачное приложение к вопросу о прочности движения методов исследования, аналогичных тем, какие применялись для исследования прочности равновесия. Н. Е. Жуковский шел по другому пути, указанному Томсоном и Тетом, и потому пришел к многим результатам, не имеющимся в работе Раута (Routh, A Treatise on

the Stability of a given State of Motion, 1877, Cambridge).

Работа Николая Егоровича «О прочности движения» была напечатана в «Ученых записках Московского университета» в 1882 г., а сообщена им впервые VI съезду русских естествоиспытателей и врачей 27 декабря 1879 г.

30 апреля 1882 г. в публичном заседании физико-математического факультета Московского университета Николай Егорович за эту работу получил степень доктора прикладной математики. Оппонентами его были профессора Ф. А. Слудский, В. Я. Цингер и А. Ю. Давидов. Защита факультетом была признана удовлетворительной.

В Московском техническом училище Николай Егорович успешно преподавал механику. Директор Делла-Вос и профессор аналитической механики А. В. Летников поддерживали молодого ученого. Вскоре после защиты магистерской диссертации для него была создана отдельная кафедра механики, и 13 октября 1879 г. он был утвержден в должности сверхштатного профессора, что давало ему солидное общественное положение. Штатным профессором механики Технического училища он был утвержден 8 апреля 1887 г., уже будучи доктором прикладной математики.

Научное направление Н. Е. Жуковского сложилось под влиянием его работы в Техническом училище, где он начал преподавание с января 1872 г. Эта работа содействовала развитию его природной склонности к образному мышлению, пробуждала в нем интерес к техническим вопросам.

Беседы с выдающимися инженерами, его товарищами профессорами и его учениками ставили перед ним новые технические задачи. Точное решение этих задач часто оказывалось невозможным, и Николай Егорович пришел к плодотворной идее искать приближенное решение поставленных ему задач. Но приближение его было не в математике, а в механической постановке; его необыкновенное техническое чутье и врожденный инстинкт геометра позволили ему умело сделать приближенную постановку труднейших технических задач и благодаря этому получить их простое решение. «Искус-

ство механики, — говорил он, — состоит в составлении интегрируемых уравнений». И он владел этим искусством в совершенстве.

В то время по идее друга Н. Е. Жуковского, профессора Ф. Е. Орлова, при Московском техническом училище было учреждено Политехническое общество, первое заседание которого состоялось 18 октября 1877 г. 20 октября Николай Егорович был избран в почетные члены общества, и первый доклад его в этом обществе на тему «О приборе Кемпе для решения числовых уравнений высших степеней» состоялся 12 марта 1878 г. Николай Егорович был постоянным участником заседаний общества. Благодаря этому у него установились тесные научные связи с членами общества, его бывшими учениками по Техническому училищу. Все это постепенно ввело Николая Егоровича в самый центр научно-технической мысли Москвы. Николай Егорович почувствовал, что его еще смутные в юности стремления к творческой инженерной деятельности получают удовлетворение.

Преподавание в Техническом училище, студенты которого обладали небольшой математической подготовкой, и стремление ознакомить их с важнейшими частями теоретической механики заставили Николая Егоровича выработать особый метод изложения теоретической механики, отличающийся простотой математического аппарата и ясной постановкой решения механических задач.

Хотя Николай Егорович был магистром с 1876 г., Московский университет не привлекал его к преподаванию, и Николай Егорович в свободное время преподавал элементы механики в Московской практической академии коммерческих наук. Он вел там с 1872 г. элементарный курс «Прикладная механика», вошедший впоследствии в Полное собрание его сочинений («Лекции», вып. 4).

Даже после защиты докторской диссертации физико-математический факультет Московского университета все еще не признавал необходимости привлечь Н. Е. Жуковского к преподаванию. Факультет недооценил выдающиеся научные заслуги Н. Е. Жуковского и совсем

не предвидел, что в его лице расцветал один из величайших научных гениев русской земли.

Только 23 декабря 1885 г. он был, наконец, утвержден приват-доцентом Московского университета и начал читать специальный курс по гидродинамике. Вследствие того, что Ф. А. Слудский по выслуге 25 лет ушел в 1886 г. из состава профессоров физико-математического факультета и остался только в качестве приват-доцента, освободилась кафедра механики, и 12 июля 1886 г. Николай Егорович был утвержден экстраординарным профессором по кафедре механики Московского университета.

В это время на математическом отделении физико-математического факультета ведущую роль играли знаменитые профессора: физики — А. Г. Столетов и астрономии — Ф. А. Бредихин; геометрию преподавал учитель Н. Е. Жуковского — геометр В. Я. Цингер, а анализ читал проф. Н. Я. Бугаев. Практическую механику преподавал близкий друг Н. Е. Жуковского — Ф. Е. Орлов. Последовавшая в 1885 г. смерть проф. А. Ю. Давидова образовала зияющую брешь в рядах факультета, и ее мог заполнить первый механик тогдашней России Н. Е. Жуковский. Его избрание в факультет было большой удачей для Московского университета и поставило кафедру механики в университете на первое место в нашей стране. Известное влияние на направление работ Н. Е. Жуковского оказали его товарищи Ф. А. Бредихин и А. Г. Столетов, в результате чего появился ряд его работ по теоретической физике и астрономии. В августе 1883 г. в Одессе состоялся VII съезд русских естествоиспытателей и врачей, на котором Н. Е. Жуковский сделал два доклада: «О колебаниях плавающих тел» и «Об ударе двух шаров, из которых один плавает в жидкости». Здесь он близко познакомился с Софьей Васильевной Ковалевской, которая произвела на него очень хорошее впечатление. С работами ее в области движения твердого тела был впоследствии связан ряд работ в этой области самого Николая Егоровича.

По причинам личного характера Н. Е. Жуковский провел большую часть своей жизни со своей матерью, А. Н. Жуковской. Сначала они жили около Краснохолм-



АННА НИКОЛАЕВНА ЖУКОВСКАЯ
(1817—1912)

ского моста на Садовой улице, в доме Морозовой. Затем поселились поблизости от Технического училища в районе Немецкой улицы (ныне улица Баумана), так как преподавание в Техническом училище было в это время главной службой Николая Егоровича. Получив кафедру в университете, Николай Егорович снял квартиру приблизительно посредине между университетом и Техническим училищем, в районе Чистопрудного бульвара, — сначала в Гусятниковом переулке, в доме Победимова, а затем в Мыльниковом переулке, в доме № 8, во дворе, в первом этаже небольшого дома, где он и жил до конца своих дней. Постановлением правительства от 17 марта (н. ст.) 1936 г. Мыльников переулок был переименован в улицу Жуковского.

Н. Е. Жуковский постоянно посещал заседания Московского математического общества, Московского политехнического общества и Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, где он состоял вице-президентом и председателем отделения физических наук.

В работе этих обществ он принимал очень деятельное участие, по несколько раз в год делал доклады, которые часто сопровождались демонстрациями построенных им на свои средства приборов.

Николай Егорович принимал участие в работах по проектированию и постройке Московского водопровода, сначала Мытищинского, а потом Москворецкого. К этому он был привлечен своими учениками: инженерами-механиками Н. П. Зиминым и В. Г. Шуховым. Результатом явились капитальные работы о движении подземных вод и о гидравлическом ударе.

С ранней молодости Николай Егорович интересовался авиацией, принимал участие в международных воздухоплавательных конгрессах и познакомился осенью 1895 г. с немецким инженером Отто Лилиенталем, построившим первый планер, на котором можно было совершать планирующие полеты. Николай Егорович лично присутствовал на полетах Лилиентала.

Вскоре трагическая кончина Лилиентала при неудачном полете глубоко огорчила Н. Е. Жуковского, но вдохновила его к продолжению дальнейших изысканий в любимой им области. Получив после смерти Ф. Е. Ор-

лова в 1892 г. в заведывание механический кабинет Московского университета, он постепенно превратил его в экспериментальную механическую лабораторию. Здесь в 1902 г. он построил маленькую аэродинамическую трубу с квадратным сечением 75×75 см², которая была одной из первых всасывающих труб, построенных в мире. На ней он начал производить свои первые опыты по аэродинамике. С этого года произошел резкий перелом в научной деятельности Н. Е. Жуковского, так как он сосредоточил все свои усилия на решении задач авиации, уже много веков стоящих перед учеными механиками.

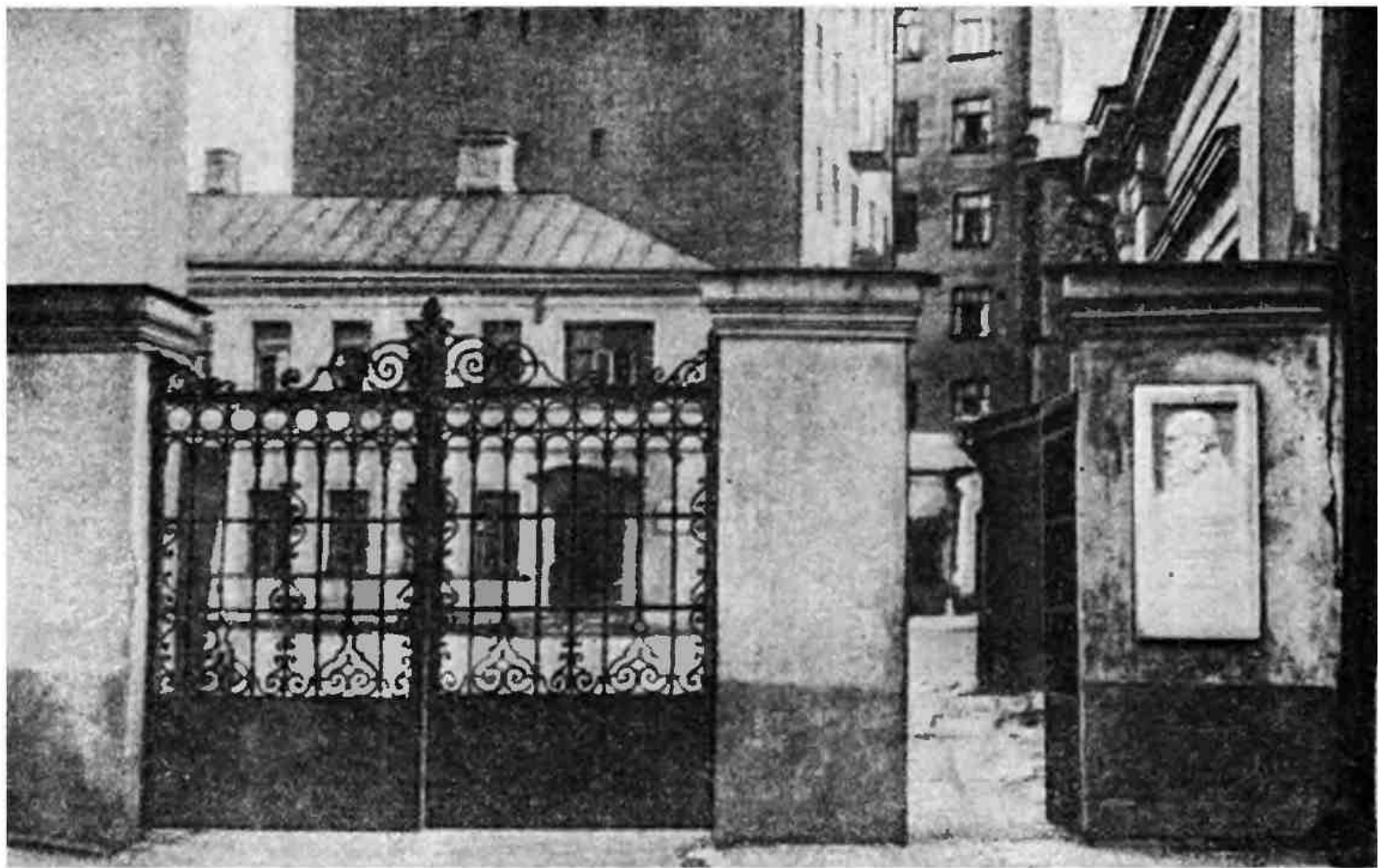
В этой трубе производились многочисленные испытания, из которых наиболее важными были исследования о центре парусности, об изменении коэффициента сопротивления шара с возрастанием скорости и исследования над трением воздуха о твердые стенки. Одновременно Николай Егорович устроил прибор для испытания винтов без поступательной скорости. Здесь были выработаны первые приемы аэродинамических испытаний и разработаны схемы и конструкции первых аэродинамических приборов.

В начале 1904 г. между Россией и Японией возникла война, в которой русские армия и флот, несмотря на проявленный ими героизм, потерпели ряд поражений. Своими изобретениями Николай Егорович старался помочь родине. В то время особенно остро стоял вопрос о двигателе для подводных лодок. Еще применялись паровые двигатели. Николай Егорович изобрел новую систему центробежных паровых котлов для подводных лодок. Построенная им на свои средства модель вследствие ошибок конструктора Есипова работала неудачно. Морское же министерство на дальнейшие опыты денег не дало, так как Морской технический комитет, считаясь с затруднениями, доставляемыми паровыми двигателями при погружении лодки в воду, предпочитал двигатели внутреннего сгорания.

Весною 1904 г. к Николаю Егоровичу обратился его ученик по Московской практической академии коммерческих наук Д. П. Рябушинский, который мечтал заняться устройством аэроплана и предложил значительные денежные средства для осуществления этой цели.

В ЭТОМ ДОМЕ
ЖИЛ ВЕЛИКИЙ УЧЕНЫЙ
ПРОФЕССОР
Н.Е.ЖУКОВСКИЙ
1847—1921

МЕМОРИАЛЬНАЯ ДОСКА НА ДОМЕ № 8 ПО УЛ. ЖУКОВСКОГО
(БЫВШ. МЫЛЬНИКОВ ПЕР.) В МОСКВЕ



УЛИЦА ЖУКОВСКОГО, ДОМ № 8. ВО ДВОРЕ ФЛИГЕЛЬ, ГДЕ ЖИЛ Н. Е. ЖУКОВСКИЙ, 1905 г
до ПОСЛЕДНИХ ДНЕЙ СВОЕЙ ЖИЗНИ



КВАРТИРА, КОТОРУЮ ЗАНИМАЛ Н. Е. ЖУКОВСКИЙ с 1906 по 1921 г. (1-й ЭТАЖ)

Николай Егорович обрадовался возможности осуществить свои давние мечты о постройке аэроплана, так как со времени полетов Лилиенталя был глубоко убежден в возможности постройки аэроплана с механическим двигателем. Николай Егорович считал, что только преждевременная смерть — 9 августа (н. ст.) 1896 г. — помешала Лилиенталю построить настоящий аэроплан с паровым двигателем, им же изобретенным. Для постройки аэроплана необходимо было собрать надлежащие опытные данные, так как исследования Н. Е. Жуковского в тогдашней университетской лаборатории не давали материалов, достаточных для проектирования. Поэтому с лета 1904 г., по указаниям Н. Е. Жуковского, была построена в поселке Кучино (Московско-Нижегородская ж. д.) специальная аэродинамическая лаборатория. Оборудование ее было произведено Л. С. Лейбензоном, построившим все приборы по личным указаниям Н. Е. Жуковского. В этой лаборатории с осени 1904 г. начался ряд экспериментальных работ при ближайшем участии ученика Николая Егоровича, Сергея Сергеевича Неждановского.

Николай Егорович считал, что главное затруднение состоит в устройстве достаточно легкого мотора. «Сердце аэроплана есть его мотор», говорил он. Поэтому он придумал реактивный двигатель. Такой двигатель устанавливался на конце каждой лопасти винта. Воздух поступал в головную часть двигателя при вращении винта и смешивался там со спиртом, который подавался по трубке от втулки винта. Под действием электрического запала гремучая смесь взрывалась, и продукты горения вытекали через сопло, находившееся в хвостовой части реактивного прибора. Получающаяся при этом реакция, направленная вдоль оси реактивного прибора, приводила винт во вращение.

Построенная модель работала плохо вследствие малого числа оборотов винта и неполадок, которые всегда бывают при первых конструкциях совершенно новых изобретений. За неимением средств опыты были прекращены.

Вследствие разногласий с Д. П. Рябушинским Николай Егорович перестал посещать созданный по его идее прекрасно оборудованный институт. При пере-

стройке нового здания университета у Николая Егоровича возникла идея надстроить еще один этаж или пристроить во дворе, позади здания, специальный корпус для аэродинамической лаборатории. Но эта идея не встретила поддержки в Министерстве народного просвещения, и Николай Егорович ограничился расширением своей механической лаборатории в университете, в которой была устроена новая аэродинамическая труба диаметром в 1.6 м и длиною в 10 м. Воздух высасывался вентилятором «Сирокко», приводимым в движение мотором в 20 л. с. Ближайшим помощником Н. Е. Жуковского по работе в лаборатории был его безвременно умерший ученик, талантливый экспериментатор Б. М. Бубекин.

В октябре 1904 г., во время одного из посещений аэродинамической лаборатории в Кучине, у Николая Егоровича, присутствовавшего при подъеме огромных коробчатых змеев С. С. Неждановского, зародилась теория о присоединенных вихрях для объяснения подъемной силы аэроплана, послужившая основой всей аэродинамики. Теория эта, относящаяся к осени 1904 г., была опубликована лишь в 1906 г. в «Трудах Отделения физических наук Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии», т. VIII. Она получила окончательную форму в начале 1910 г. и легла в основу исследований С. А. Чаплыгина.

Из работ Н. Е. Жуковского в эти годы особенно замечательна работа о гидравлическом ударе, которую он вел по поручению Московской городской управы в 1897 г. и результатом которой было создание теории гидравлического удара, опубликованной в 1899 г. в «Бюллетенях Политехнического общества», а также в «Записках имп. Академии Наук» (на немецком языке). Эта работа доставила автору всемирную известность. Она была переведена в 1904 г. на английский язык и в 1907 г. на французский. Выводы Н. Е. Жуковского вошли в учебники по гидравлике и водопроводному делу.

После 1902 г. главным предметом исследований Николая Егоровича была авиация. Кроме университетской он построил более совершенную аэродинамическую лабораторию в Московском техническом училище, где

его слушатели организовали аэродинамический кружок. Из участников этого кружка впоследствии вышли руководящие работники первого периода советской авиации, а также ряд ученых, продолжавших труды Н. Е. Жуковского по аэродинамике и теории авиации.

Постепенно Николай Егорович перенес главный центр своей деятельности из университета во вновь созданную аэродинамическую лабораторию Технического училища. Он начал читать в Техническом училище новый курс — «Теоретические основы воздухоплавания». Особенно его заинтересовала проблема гребного винта. Изучение фотографических снимков работы винта, сделанных проф. Фламмом, натолкнуло Николая Егоровича на создание гениальной теории гребного винта, где он впервые ввел индуктивное сопротивление («Вихревая теория гребного винта», «Труды Отделения физических наук Общества любителей естествознания», т. XVII, вып. 1, 1914).

Живо интересуясь преподаванием практической механики в Техническом училище, Николай Егорович разработал теорию регулирования работы машин, и ему удалось получить в этом направлении существенные результаты. В 1908—1909 гг. он стал читать специальный курс по теории регулирования в Техническом училище и тем положил основу нового направления работ русских механиков. Эти прекрасные лекции были изданы в литографированном виде в 1909 г. под названием «Теория регулирования».

После заграничной поездки 1877 г. Николай Егорович вновь приехал в Париж на Всемирную выставку 1889 г., к которой был приурочен ряд всемирных научных конгрессов. Особенно заинтересовал Николая Егоровича конгресс по воздухоплаванию, в котором он принял деятельное участие. Выставка произвела на него сильное впечатление. Ее грандиозные размеры поразили его. Во время этой поездки он виделся с знаменитым французским ученым Пуанкаре и вел с ним беседу о работах Софьи Васильевны Ковалевской по движению твердого тела. Работа Ковалевской «О вращении твердого тела около неподвижной точки» получила увеличенную премию от Парижской Академии Наук 24 дека-



Е. Н. ЖУКОВСКАЯ
(1894—1920)

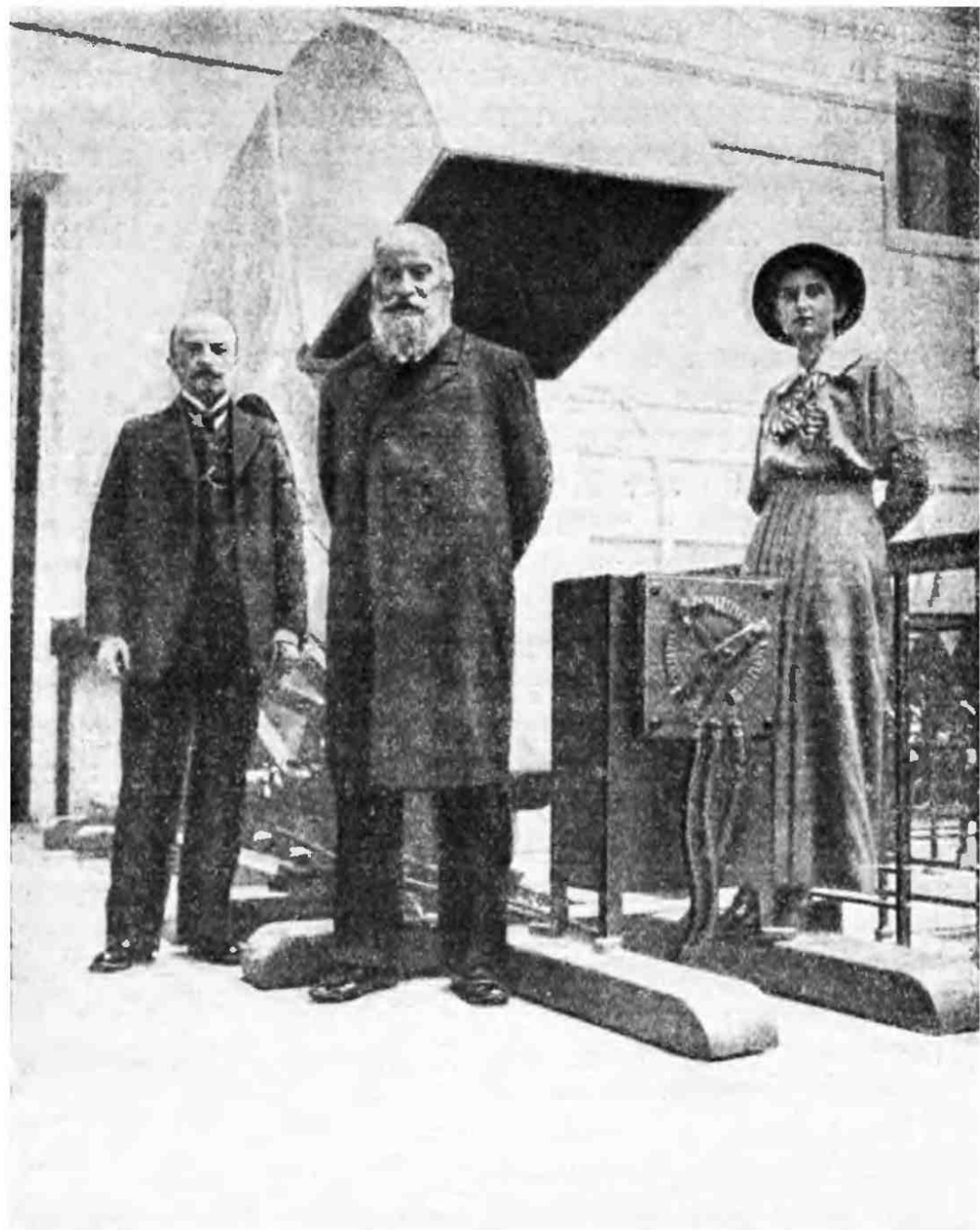
бря (н. ст.) 1888 г. и содержала открытый ею случай движения тяжелого твердого тела около неподвижной точки. Эта работа доставила Ковалевской известность и обессмертила ее имя. Николай Егорович очень заинтересовался названной работой и дал остроумную геометрическую интерпретацию решения Ковалевской. Это было самое крупное исследование после Ковалевской в этой области. По словам Николая Егоровича, работа Софьи Васильевны послужила толчком к целой серии работ русских, особенно московских, механиков по движению твердого тела.

Николай Егорович совершил с научною целью целый ряд заграничных поездок. В 1893 г. он посетил германский математический съезд в Мюнхене, в 1895 г. присутствовал на съезде германских врачей и естествоиспытателей в Любеке, где доложил свою интерпретацию работы Ковалевской; тогда же он посетил Отто Лилиенталя, присутствовал на его полетах и получил от него один из построенных им планеров.

В сентябре 1900 г. Николай Егорович ездил на всемирную выставку в Париж, где принял участие в Международном воздухоплавательном конгрессе. Николай Егорович подробно ознакомился с этой выставкой и сделал ряд докладов о ней в московских научных обществах. В 1906 г. он посетил Международный воздухоплавательный конгресс в Милане (22—28 октября н. ст.). Сохранился фотографический снимок его в окружении участников съезда. По дороге он участвовал в праздновании 25-летнего юбилея немецкого воздухоплавательного союза.

В 1911 году, с 25 по 31 октября (н. ст.), Николай Егорович присутствовал на V Международном воздухоплавательном конгрессе в Турине.

В апреле 1913 г. Николай Егорович ездил в Швейцарию и Германию. Он посетил Геттинген, где вместе с Эйфелем осматривал аэродинамическую лабораторию проф. Прандтля, тогда еще только начинавшего свою научную карьеру, и обратил внимание на особый тип аэродинамической трубы, построенной Прандтлем, и его систему аэродинамических весов. В эту поездку он предполагал задержаться в Мюнхене и повидаться



Н. Е. ЖУКОВСКИЙ с Е. Н. ЖУКОВСКОЙ и
Н. Н. БУХГОЛЬЦЕМ в МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ в 1916 г.

с Зоммерфельдом для выяснения интересовавших его вопросов теории относительности и теории квантов, но отложил это на лето 1914 г., так как летом 1913 г. он участвовал в XIII съезде русских естествоиспытателей и врачей в Тифлисе, где произнес блестящую речь.

Николай Егорович принимал деятельное участие в водопроводных съездах, а также во всех съездах русских естествоиспытателей и врачей, начиная с шестого. Он был организатором и участником трех всероссийских воздухоплавательных съездов (1911, 1912 и 1914 гг.).

2 апреля 1912 г. умерла его мать, Анна Николаевна, в возрасте 95 лет. Она была женщина властного характера, обладавшая ясным умом и знанием жизни, но полная предрассудков той среды, из которой происходила. В течение 65 лет Николай Егорович находился под ее полной опекой и в домашней жизни никогда не действовал самостоятельно. Результатом этого была внутренняя неудовлетворенность. Теперь он сделался самостоятельным, но уже было поздно. Он поручил своей дочери Леночке хозяйствовать в доме, и она с большим вниманием отнеслась к этому. Отныне все заботы о Николае Егоровиче перешли к ней. Она поступила слушательницей на математическое отделение Московских высших женских курсов и обнаружила выдающиеся математические способности. Николай Егорович гордился ее успехами более, чем своими собственными открытиями.

Главным занятием Николая Егоровича этого периода была разработка вихревой теории гребного винта. Годы уже сказались на работоспособности Николая Егоровича, и он привлек к себе в качестве секретаря своего ученика по Техническому училищу — Владимира Петровича Ветчинкина, помогавшего ему в работе. В эти же годы Николай Егорович создал основы теории авиации и использовал полученные результаты для чтения курса в Техническом училище.

В связи с войной 1914 г. у Николая Егоровича возникла большая работа по научно-технической помощи армии и в особенности авиации. Он принимал деятельное участие во всех общественных мероприятиях.



С. Н. ЖУКОВСКИЙ
(1900—1924)

У него буквально не было времени для своих собственных работ. Между тем разруха, вызванная продолжительной войной, увеличивала трудности жизни, и это отражалось на здоровье Николая Егоровича. Несмотря на это, он деятельно работал, и его дом был полон учеников и разных изобретателей, искавших его совета и помощи в своей работе. Только заботы Леночки поддерживали душевную бодрость престарелого ученого. Когда рухнуло самодержавие, Николай Егорович вздохнул, наконец, свободно. С молодости он ненавидел угнетение и несправедливости царизма, который мешал ему работать. Н. Е. Жуковскому, гениальнейшему ученому России, царское правительство всегда отказывало в тех ничтожных средствах, которые он просил для своих исследований.

Наконец, настало время, когда он получил возможность работать так, как он хотел в эпоху своей молодости. Но силы его были уже не те. На помощь ему пришли его многочисленные ученики, объединившиеся вокруг него, и с их помощью были созданы: Центральный аэродинамический институт, выросший на почве Авиационного расчетно-испытательного бюро, и Институт инженеров красного воздушного флота, возникший из авиационных курсов при Техническом училище и Авиатехникума; впоследствии он был преобразован в Военно-воздушную академию Красной Армии им. Жуковского.

Авиационная специальность на инженерно-механическом факультете Московского высшего технического училища постепенно разрослась в отдельный факультет, а затем из этого факультета возник Московский авиационный институт со многими факультетами.

Тяжелые условия жизни в Москве в 1919—1920 гг. надломили здоровье Николая Егоровича и его дочери. 16 мая (н. ст.) 1920 г. она умерла от туберкулеза. Тяжелые душевные переживания, вызванные этой смертью, вконец подломили здоровье Николая Егоровича. Он умер от последствий удара в санатории Усово 17 марта (н. ст.) 1921 г. в возрасте 74 лет.

Смерть его произвела сильное впечатление в научных кругах, среди его учеников и студенческой моло-



Н. С. СЕРГЕЕВА
(1870—1904)

дежи Москвы. Он был похоронен при большом стечении народа на Донском кладбище 20 марта (н. ст.) 1921 г.

Советское правительство высоко оценило деятельность Н. Е. Жуковского в области науки и техники. Владимир Ильич Ленин назвал его «отцом русской авиации». Ежегодно происходят торжественные заседания, приуроченные ко дню его кончины. Последнее заседание в связи с 25-летием его смерти происходило 17 марта (н. ст.) 1946 г.

Личная жизнь Н. Е. Жуковского сложилась очень неудачно.

Мать детей Н. Е. Жуковского, Надежда Сергеевна Сергеева, умерла от туберкулеза легких в 1904 г. в деревне Важной Тамбовской губернии, где и похоронена. Его дочь, Елена Николаевна Жуковская, родившаяся 20 мая (ст. ст.) 1894 г., умерла 16 мая (н. ст.) 1920 г. Она была замужем за одним из учеников Николая Егоровича, ныне академиком, Борисом Николаевичем Юрьевым. Детей у нее не было. Сын Николая Егоровича, Сергей Николаевич Жуковский, родившийся в 1900 г., был студентом Военно-воздушной академии; он умер в 1924 г. бездетным. Таким образом, у Н. Е. Жуковского не осталось прямого потомства.¹ Вся его жизнь была в науке. Его детища — созданные им первоклассные научные и учебные институты — ЦАГИ, ВВА и МАИ; а наследство — его научные труды.

Первое Полное собрание сочинений Н. Е. Жуковского было издано ЦАГИ по решению правительства СССР в 1935—1937 гг. в девяти томах. Не изданные ранее сочинения Николая Егоровича составляют X том, который должен быть напечатан в 1947 г. Сверх того, в 1937—1939 гг. было выпущено 7 томов его лекций: курсы теоретической механики, которые он читал в Московском высшем техническом училище и Московском университете, курс теории регулирования и лекции по теоретическим основам воздухоплавания, читанные в техническом училище, и маленький курс прикладной механики, который он много лет читал в Московской

¹ В Академии Наук СССР в настоящее время работают племянники Жуковского: академик А. А. Микулин и член-корреспондент Б. Н. Стечкин.

практической академии коммерческих наук. Его классические лекции по гидродинамике, — первый курс которой он читал в Московском университете, вошли во 2-й том Полного собрания сочинений. Постановлением правительства решено вновь издать все труды Н. Е. Жуковского в Полном собрании его сочинений.

17 января 1947 г. исполняется сто лет со дня рождения Н. Е. Жуковского. Правительство Союза ССР учредило Всесоюзный комитет под председательством академика С. А. Христиановича для проведения юбилейных мероприятий в память великого русского ученого.

В течение своей жизни Николай Егорович неоднократно фотографировался. Сохранились многочисленные его фотографии; некоторые из них помещены в настоящей книге. Существуют портреты, написанные по этим фотографиям (художники И. Космин, И. Дризе). Имеется несколько посмертных эскизов скульптурных портретов Н. Е. Жуковского работы скульптора В. А. Андреева.

ГЛАВА II

МЕХАНИКА В РОССИИ ДО Н. Е. ЖУКОВСКОГО

1. Механика в Академии Наук

Несомненно, в нашей стране уже в давние времена были высокоодаренные зодчие и техники, оставившие след своей деятельности в виде прекрасных сооружений, ими воздвигнутых. Однако научных трудов они нам не оставили, и мы должны считать, что научные труды в обширной области механики, которую тогда понимали как всеобъемлющую науку, служащую основой для построения всякого рода машин и механизмов, кораблей, мостов, плотин, каналов, шлюзов, зданий, а также артиллерийских орудий и крепостных сооружений, в нашей стране отсутствовали до создания Академии Наук, учрежденной указом Петра Великого 22 января 1724 г.

Правда, Петр I, желая подвести научно-технический фундамент под созданный им морской флот, учредил в 1719 г. в Санкт-Петербурге Морскую академию. Наука судостроения тогда была мало разработана, так как еще не успели приложить механику великих «Начал» Ньютона к судостроению. Только в 1740-х годах появились два замечательных сочинения «Scientia Navalis» нашего академика Эйлера и «Théorie du Navire» французского астронома Бугера.

Для постройки больших судов Балтийского флота нужно было основательное знание тогдашней механики. Появился первый русский ученый-механик Григорий

Григорьевич Скорняков-Писарев, назначенный Петром I президентом Морской академии. В 1722 г. Скорняков-Писарев издал первое русское печатное сочинение по механике, назначенное для воспитанников Морской академии,— «Наука статическая, или механика». Цель книги выражена в ее подзаголовке: «Практика художества статики, или механического. Краткое некоторое истолкование оного (статического, или механического) художества». (Автор обещал более пространное изложение предмета, но обещания не выполнил вследствие ссылки его в 1724 г. в Сибирь.) Изложение предмета в книге элементарное; рассмотрены, по обычаю того времени, простейшие машины: рычаг, блок, ворот, клин и пр.

Скорняков-Писарев учился за границей, в Италии и в Берлине, и обладал значительными для инженера того времени сведениями в математике и механике, но главною его специальностью было инженерное искусство. Самостоятельных трудов по механике у него не было.

В начале XVII в. гением Галилея были созданы динамика и теория упругости, но только появившийся в 1687 г. гениальный труд Ньютона «Математические начала естественной философии» («*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*») поставил механику на твердую математическую основу. В этом сочинении Ньютона было положено начало двум новым наукам: теоретической физике и небесной механике, которые получили затем большое развитие. Самостоятельные научные исследования в этой новой области были возможны лишь на основе обширных знаний в области математики, которыми еще не обладали в ту эпоху наши инженеры и ученые. Поэтому не удивительно, что научные исследования по механике у нас начались только со времени основания в С.-Петербурге Российской Академии Наук (она начала работать в ноябре 1725 г.). По совету знаменитого математика Лейбница Петр I пригласил в Академию двух замечательных ученых Леонарда Эйлера и Даниила Бернулли, труды которых печатались в изданиях нашей Академии и положили основание механики в России. Эйлер написал в 1732 г. замечатель-

ное сочинение «Аналитическая механика», в котором положил начало аналитическому трактованию механики. Дело в том, что до Эйлера механика, начиная с древних времен и кончая Ньютоном, развивалась исключительно геометрическим путем. Эйлер впервые дал систематическое аналитическое изложение механики и тем положил основание той форме изложения механики, которой мы пользуемся до сих пор. Эйлеру принадлежит капитальная работа по задаче движения твердого тела около неподвижной точки, а также важные изыскания по другим разделам механики.

Даниил Бернулли, младший сын знаменитого математика Ивана Бернулли, будучи членом С.-Петербургской Академии, положил основание гидродинамике и открыл знаменитую теорему, названную теоремой Даниила Бернулли, на которой до сих пор строится вся практическая гидравлика.

Вслед за этим Эйлер построил общие уравнения гидродинамики, носящие его имя,—уравнения гидродинамики в форме Эйлера, на основе которых построена современная аэродинамика.

Эйлеру принадлежат первые исследования по реактивному действию вытекающей струи жидкости, которые положили основание теории турбин, а ныне являются основой теории реактивного движения. Крупной заслугой Эйлера в области механики является создание научных основ кораблестроения. В 1749 г. он напечатал в С.-Петербурге книгу «Scientia Navalis», в которой даны основы теории корабля.

Таким образом, благодаря Эйлеру наша Академия стала родиной двух крупнейших прикладных наук — теории корабля и теории турбин. Можно сказать также, что благодаря Эйлеру и Бернулли гидродинамика является русской наукой.

В Академии Наук Эйлер не имел крупных учеников, но он оставил ряд научных работников в области механики и математики, читавших в конце XVIII и начале XIX в. эти дисциплины в военных и технических учебных заведениях Петербурга.

Наиболее выдающимся из них был ординарный академик Семен Кириллович Котельников (1723—1806). Это



Л. ЭЙЛЕР
(1707 – 1783)

первый русский ученый, имевший самостоятельные работы в области механики. Будучи непосредственным учеником Эйлера, он уделил в своих работах значительное внимание вопросам механики. В 1744 г. он издал книгу, содержащую в себе «Учение о равновесии и движении тел». Деятельность его была разнообразна, он много работал в комиссии по поднятию народного образования.

Новое направление в механике и математике в Академии Наук было дано Михаилом Васильевичем Остроградским (1801—1861), воспитанником Харьковского университета. Свое научное образование он расширил в Париже, где работал среди французских ученых первой половины XIX в. и приехал в Петербург уже вполне сложившимся ученым французской школы. Ампер, Коши, Лаплас, Пуассон, Пуансо, Штурм и Фурье были его учителями и оценили выдающиеся способности молодого русского ученого, напечатавшего в издании Парижской Академии прекрасный мемуар по волнообразному движению в цилиндрическом бассейне. В С.-Петербургской Академии Остроградский занимал кафедру прикладной математики и являлся звеном, соединявшим тогдашний центр математических знаний с нашим отечеством. Н. Е. Жуковский следующим образом характеризует научную роль и заслуги Остроградского: ¹

«Своими глубокими научными исследованиями он пополнял и расширял идеи французских геометров, а своими прекрасными лекциями он насадил эти идеи среди русских молодых ученых. Эта двойная заслуга Остроградского была отмечена Араго и Пуассоном в отзыве, который они дали о лекциях по небесной механике, прочитанных Остроградским в С.-Петербургской Академии. Они выразили удовольствие, что русский ученый привлек многочисленных слушателей к изучению тонких вопросов математики, и отметили плодотворную мысль автора лекций: «рассматривать вариации координат в выражениях момента потерянных сил в зависимости от изменения произвольных постоянных».

Большая часть ученых работ Остроградского отно-

¹ Н. Е. Жуковский. Полн. собр. соч., т. IX, стр. 389—391.

сится к его любимому предмету — аналитической механике. Он писал по разнообразным вопросам этого предмета: по теории притяжения, по колебанию упругого тела, по гидростатике и гидродинамике, по общей теории удара, по моменту сил при возможных перемещениях и т. д. Во всех его работах главное внимание сосредоточивалось не на решении частных задач, а на установлении общих теорий. Он с особенной любовью занимался расширением метода Лагранжа о возможных скоростях и установлением на самых общих началах теорем динамики. Его обширная работа «Об изопериметрах» включает в себе, как частные случаи, различные предложения Лагранжа, Пуассона, Гамильтона и Якоби об интегрировании уравнений динамики. С именем Остроградского всегда будут связаны распространение способа возможных перемещений на системы с освобождающими связями и изложение теорем динамики с помощью вариаций координат, происходящих от изменения произвольных постоянных.

Юношеские годы Остроградского связаны с Харьковским университетом, а расцвет его ученой деятельности протекал в Петербурге, но мне приятно здесь отметить и его связь с Московским университетом. Эта связь опиралась на дружеские отношения Михаила Васильевича к нашему известному профессору Н. Д. Брашману. Брашман был почитателем и последователем Остроградского; он переписывался с ним по разным вопросам механики и излагал на лекциях его исследования. В первом томе «Математического сборника» рядом с портретом Брашмана помещены дружеские письма к нему Остроградского, из которых письмо о начале наименьшего действия послужило основанием целому ряду исследований, напечатанных по рассматриваемому вопросу в «Математическом сборнике».

Широта анализа Остроградского отразилась на работах А. Ю. Давидова, удостоенных премии Демидова. Мой высокочтимый учитель Ф. А. Слудский был носителем идей Лагранжа и Остроградского. На лекциях он часто вспоминал Остроградского и с особенным удовольствием излагал в его духе статью об отрицательных моментах и о начале наименьшего действия.

Развитие аналитической механики в недавно истекшем столетии имело, на мой взгляд, три фазы: широкое обобщение вопросов и их аналитическое исследование, разрешение частных задач механики и их геометрическое толкование, расширение методов исследования и их критика. Михаил Васильевич явился деятелем первой фазы развития аналитической механики. Им сделано в этой области не мало самостоятельного и ценного. Россия может гордиться именем Остроградского, и Москва, сердце России, хранит в стенах своего университета его высокие научные заветы».

В следующих прекрасных словах Николай Егорович дает общую характеристику научных идей Остроградского:

«В математике есть тоже своя красота, как в живописи и поэзии. Эта красота проявляется иногда в отчетливых, ярко очерченных идеях, где на виду всякая деталь умозаключений, а иногда поражает она нас в широких замыслах, скрывающих в себе кое-что недосказанное, но многообещающее. В творениях Остроградского нас привлекает общность анализа, основная мысль, столь же широкая, как широк простор его родных полей».

Наиболее выдающимися учениками Остроградского были работавшие в области практической механики И. А. Вышнеградский и Н. П. Петров, а также великий русский химик Дмитрий Иванович Менделеев.

Иван Алексеевич Вышнеградский (1831—1896) окончил в 1851 г. физико-математическое отделение Главного педагогического института (впоследствии закрытого), где занимался под руководством М. В. Остроградского. В 1854 г. он защитил в С.-Петербургском университете магистерскую диссертацию «О движении системы материальных точек, определяемой полными дифференциальными уравнениями». Он был профессором практической механики в Михайловской артиллерийской академии, а также профессором машиностроения С.-Петербургского практического технологического института. В этом последнем он создал в 1871 г. первую в России механическую научно-исследовательскую лабораторию. Им опубликован ряд научных работ



М. В. ОСТРОГРАДСКИЙ
(1801—1861)

и учебных руководств по различным вопросам машиностроения и практической механики. Главные его работы касаются теории регулирования. Его замечательная теоретическая работа «О регуляторах прямого и непрямого действия»¹ положила основание современной теории регулирования.

Важной заслугой его является работа над преподаванием практической механики и машиностроения в высшей технической школе. Одновременно он с успехом занимался практической инженерной деятельностью.

Николай Павлович Петров (1836—1920) получил военное образование и окончил Военную инженерную академию, где был учеником М. В. Остроградского, который оставил его в Инженерной академии ассистентом по своей кафедре и оказал на него большое научное влияние. Его практическая техническая деятельность протекала под руководством И. А. Вышнеградского, уже известного тогда инженера. Во время заграничной командировки Н. П. Петров работал у знаменитого тогда теоретика машиностроения проф. Редтенбахера. По возвращении в Россию Петров сделался профессором Технологического института, где преподавал прикладную механику и учение о подвижном составе железных дорог. Одновременно он был профессором Инженерной академии и преподавал там паровую механику. В 1894 г. он был избран в почетные члены Российской Академии Наук.

Н. П. Петров был одним из наиболее выдающихся представителей инженерной науки в нашей стране. Его перу принадлежит более ста печатных работ и статей. Их можно разделить на следующие группы: 1) прикладная механика, 2) тяговые вопросы, 3) трение в машинах, 4) прочность рельсов, 5) экономические вопросы железнодорожного транспорта, 6) вопросы высшего технического образования.

Наиболее важной его работой является «Трение в машинах и влияние на него смазывающих масел» (1883 г.), в которой автор положил начало гидродина-

¹ Известия С.-Петербургского практического технологического института, 1877—1878.

мической теории смазки. С этой работой связана серия работ Н. Е. Жуковского по гидродинамической теории смазки.

Занимаясь непрерывно практической технической деятельностью, Н. П. Петров понял великое значение науки для техники и выразил его в известных словах: «Без светоча теории практика не может идти к истинному совершенствованию». Отсюда его требования солидной физико-математической подготовки инженеров.

Преемником М. В. Остроградского в Академии Наук был Иосиф Иванович Сомов (1815—1876), избранный в ординарные академики в 1862 г. на место скончавшегося Остроградского.

И. И. Сомов окончил в 1835 г. Московский университет и был ближайшим учеником проф. Н. Д. Брашмана. В 1841 г. он защитил в Московском университете на ученую степень магистра диссертацию «Об интегралах алгебраических иррациональных дифференциалов с одною переменною». В 1847 г. он защитил в С.-Петербургском университете на ученую степень доктора диссертацию «О распространении световых волн в средах, не имеющих двойного преломления». С 1841 г. он был адъюнкт-профессором по кафедре чистой математики С.-Петербургского университета и в 1864 г. занял там же кафедру теоретической механики в звании ординарного профессора.

Он работал как по чистой математике, так и по теоретической механике. Его труды по эллиптическим функциям были напечатаны на французском языке в «*Journal für die reine und angewandte Mathematik von Crelle*», т. 42. Его весьма оригинальный «Курс теоретической механики», напечатанный в Петербурге в 1872—1876 гг., был издан в Германии на немецком языке в 1878 г. В области механики ему принадлежат существенные исследования по вопросу о движении твердого тела около неподвижной точки; об ускорениях различных порядков; по теории притяжения и по теории малых колебаний системы материальных точек около положения равновесия.

Совершенно оригинальные работы в области теории механизмов принадлежат одному из наиболее выдаю-

щихся русских математиков, академику Пафнутию Львовичу Чебышеву (1821—1894).

П. Л. Чебышев окончил Московский университет в 1841 г. и был одним из близких учеников проф. Н. Д. Брашмана, с которым он поддерживал научную связь вплоть до смерти своего учителя.

Под влиянием Н. Д. Брашмана он заинтересовался вопросами практической механики. Особенное внимание он посвятил теории параллелограмма Уатта и написал по этому поводу замечательное исследование «О параллелограмах».

Исследования П. Л. Чебышева в настоящее время приобрели большое значение в теории механизмов, и его методы с успехом применяются в исследованиях современных ученых в области машиностроения.

Под влиянием П. Л. Чебышева возникли работы его выдающегося ученика академика А. М. Ляпунова в области теории фигуры небесных тел и теории устойчивости движения.

2. Механика в Московском университете до Н. Е. Жуковского

Московский университет был открыт по инициативе главным образом Михаила Васильевича Ломоносова в 1755 г. Одной из целей организации этого рассадника просвещения, сыгравшего такую крупную роль в развитии науки и общественности нашей родины, было, по словам Ломоносова, создание такой школы, где воспитанники могли бы не только приобретать знание, но и раздвигать его пределы новыми исследованиями.

При первоначальной организации Московского университета отдельной кафедры механики предусмотрено не было, и механика, очевидно, входила как одна из составных частей в кафедру физики. Однако потребности преподавания очень скоро указали на этот существенный пробел. В 1758 г. механика была выделена в отдельную дисциплину, и преподавание прикладной математики было поручено Ивану Акимовичу Росту (1726—1791). Таким образом, Рост был первым профессором прикладной математики в Московском универ-



М. В. ЛОМОНОСОВ
(1711—1765)

ситете. В состав его курса входили, между прочим, и элементы практической механики. Сам Рост получил образование в Геттингенском университете. Никаких существенных научных трудов, а также учебников в области механики Рост не оставил, и, повидимому, его преподавание иногда было не на высоте современной ему науки. Рост был известен тем, что знал в совершенстве восемь языков: латинский, греческий, французский, немецкий, английский, голландский, итальянский и испанский; свое преподавание он вел на латинском языке.

Преемником Роста в Московском университете был М. И. Панкевич. Его диссертация, по обычаю того времени, была написана на латинском языке и носила название «*De praecipuis machinis hydraulics, quibus elasticorum ferventis aquae vaporum ponderisque atmosphaerae ore, aqua ad insignem altitudinem elevari potest*» и пр. Эта работа, снабженная чертежами, была первым самостоятельным трудом, изданным в России, о паровой машине и отличалась ясностью изложения. Вообще Панкевич проявлял склонность к практической механике и не оставил после себя работ в области теоретической механики — вероятно потому, что, будучи учеником И. А. Роста, он не получил надлежащего научного направления и руководства.

Преподавание Панкевича не отличалось особой ясностью, и иногда на своих лекциях он запутывался в выкладках. В его курс входили: 1) механика, гидравлика и аэрометрия с объяснением устройства машин; 2) оптика, перспектива, катоптрика и диоптрика; 3) сферическая тригонометрия, сферическая и теоретическая астрономия, математическая география и навигация. Отсюда виден весьма элементарный характер преподавания механики в Московском университете в ту пору, в то время как в Западной Европе, главным образом благодаря трудам французских ученых XVIII в. (Даламбера, Клеро, Лапласа, Лагранжа) и их школ, преподавание механики стояло на большой высоте.

Панкевич предпринял перевод на русский язык Ньютона, но этот перевод, повидимому, не был закончен и, во всяком случае, не появился в печати.

После смерти Панкевича кафедра прикладной математики в Московском университете была передана доктору физико-математических наук Федору Ивановичу Чумакову. Ученик Панкевича, Ф. И. Чумаков (1782—1837) получил высшее образование в Московском университете. Настоящих научных работ в области механики у Чумакова не было, и деятельность его должна быть рассматриваема как педагогическая. По сообщению проф. А. Ю. Давидова, преподавание механики у Чумакова находилось на низкой ступени и ограничивалось изложением самых элементарных понятий по механике неизменяемых систем.

Ф. И. Чумаков сделал перевод курса математики и механики Беллавеня (Москва, 1817—1821) и занимался переводом знаменитой в то время «Механики» Пуассона, но этот перевод не был закончен.

В 1834 г. в Московском университете появился новый профессор прикладной математики — Николай Дмитриевич Брашман (1796—1866). Он был преемником Чумакова. В таком назначении нового профессора прикладной математики и механики была насущная необходимость, так как преподавание механики в Московском университете, как уже было сказано выше, находилось в плачевном состоянии.

Выбор Брашмана профессором механики Московского университета, как будет видно из дальнейшего, оказался в высшей степени удачным, и, может быть в этом лежит причина того счастливого для нашей родины направления механики, которое имело место в Московском университете.

Н. Д. Брашман родился 14 июля 1796 г. в Моравии, в местечке Росенова (близ г. Брюнна). Высшее образование он получил в Венском политехническом институте (он был инженер) и в Венском университете, где он изучал астрономию. В этом последнем на него оказал влияние известный тогда профессор астрономии Литров. Таким образом, получилась удачная комбинация специального технического образования инженера с глубоким научным математическим образованием астронома. Влияние астронома Литрова сообщило научному развитию молодого Брашмана отличавшую всю его жизнь широту научных интересов.

После краткой педагогической деятельности в Венском университете Н. Д. Брашман переехал в 1823 г. в Россию, где вскоре получил кафедру в Казанском университете. Отсюда Брашман был переведен в Московский университет, и это было значительным событием в жизни университета, в котором Брашман занимал кафедру механики в течение 30 лет. Именно он заложил первые научные основы преподавания как теоретической, так и практической механики.

В первое время, повидимому, он преподавал в том направлении, в каком работал в Венском университете. Но после заграничной поездки в 1842 г. он, под влиянием бесед с европейскими учеными, значительно изменил характер своего преподавания.

Как ученый, Брашман пользовался заслуженной известностью в России и за границей. Его работы обратили на себя внимание знаменитого в то время русского математика и механика М. В. Остроградского, и С.-Петербургская Академия Наук дважды премировала работы Брашмана.

Дружеские отношения Брашмана и Остроградского привлекли внимание московских механиков к работе по глубокому и важному вопросу о начале наименьшего действия, которым много занимался Остроградский.

Будучи человеком широкого кругозора и большой эрудиции, все время находясь в курсе современных ему иностранных работ по математике и механике, Брашман понимал, что для дальнейшего развития этих работ необходимо объединить научные силы в сплоченный коллектив. Для этого он стал собирать своих учеников у себя на дому для обмена мнениями по текущей литературе и их собственным работам. Из этих собраний в 1864 г. под его руководством вырос математический кружок, который вскоре (в 1867 г.) был преобразован в Московское математическое общество, во главе которого стал любимый ученик Брашмана — Август Юльевич Давидов. В то время это общество объединяло в себе молодых математиков и механиков, неразрывно связанных общими интересами и методами исследования.

Сам Брашман преподавал и работал преимущественно по теоретической механике. Однако, будучи инже-

нером по образованию, он прекрасно понимал, что только совместное преподавание теоретической и прикладной механики может дать настоящее механическое образование.

Следует отметить, что по уставу Московского университета, утвержденному знаменитым государственным деятелем Сперанским, была предусмотрена, кроме кафедры теоретической механики, кафедра механики практической.

Современные Брашману московские инженеры не удовлетворяли его высоким научным требованиям, и он пришел к мысли о необходимости создания специально подготовленных профессоров путем посылки наиболее способных из своих учеников за границу, в Париж, в центр тогдашнего политехнического образования, где были знаменитая Политехническая школа (École Polytechnique), Центральная школа мануфактур и искусств (École Centrale des Arts et des Manufactures), Национальная школа дорог и мостов (École Nationale des Ponts et des Chaussées), где жили и работали славнейшие механики той эпохи — Сен-Венан, Понселе, Беданже и др.

Таким избранником Брашмана был Александр Степанович Ершов (1818—1867), который по сдаче магистерского экзамена в Московском университете в 1839 г. был послан в Париж. Здесь он учился у знаменитых ученых инженеров и профессоров, в особенности Понселе и Беланже. По возвращении в 1844 г. он защитил диссертацию под заглавием «О воде как о двигателе».

А. С. Ершов вел преподавание в Московском университете в качестве экстраординарного профессора по кафедре практической механики. В его курс входили: учение о механизмах, теория двигателей, динамическая теория машин и теория сопротивления материалов. Преподавание его по тогдашним условиям было достаточно полным и стояло на научной высоте современной эпохи. Крупных оригинальных работ у Ершова по механике не было, и его можно оценивать только как преподавателя, который насадил у нас идеи французской школы практической механики и, что особенно важно,

идеи Понселе в области теории машин и механизмов и идеи Беланже в области гидравлики. Это преподавание не осталось безрезультатным. Оно явилось побудительным толчком к работам Пафнутия Львовича Чебышева по теории механизмов, Ф. Е. Орлова и Д. Н. Лебедева — по прикладной механике.

Самым выдающимся из учеников Брашмана был А. Ю. Давидов (1823—1885). В 1845 г. Давидов окончил Московский университет со званием кандидата, а в 1848 г. представил магистерскую диссертацию на тему «Теория равновесия тел, погруженных в жидкость».

Совершенно не зная о геометрических исследованиях Дюпена по вопросу о равновесии плавающих тел, Давидов путем оригинального аналитического метода исследовал эту важную практическую проблему и дал многочисленные примеры приложения своего метода к нахождению полного равновесия различных геометрических тел. В конце работы было дано исследование устойчивости равновесия плавающих тел с приложением к отдельным частным задачам.

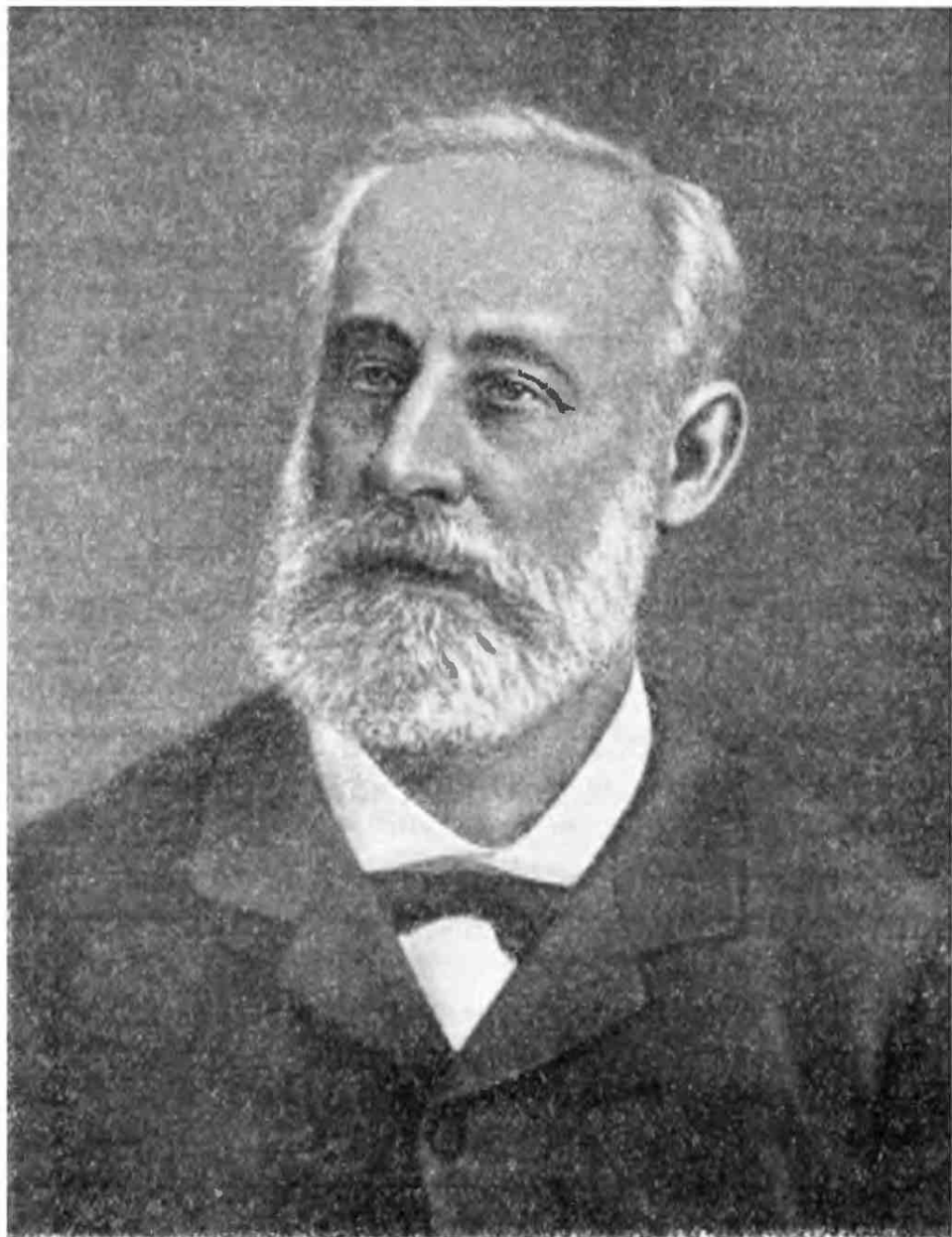
Особый интерес к русской и иностранной литературе вызвало исследование Давидова о равновесии плавающей трехгранной призмы.

Три года спустя он представил работу «Теория капиллярных явлений», за которую Академия Наук присудила ему во второй раз Демидовскую премию, а Московский университет — степень доктора. В этой работе он показал себя последователем Брашмана, который много занимался теорией капиллярных сил.

В 1850 г. Давидов стал читать «Введение в курс теоретической механики» студентам, готовящимся к слушанию более трудного и запутанного курса проф. Брашмана. Сверх того, Давидов читал исключительно оригинальный по своей общности и изяществу изложения «Курс небесной механики».

Дальнейшее формирование механической школы в Московском университете происходило уже под совместным влиянием доживавшего свой век Брашмана и молодого талантливого проф. Давидова.

Из этой механической школы вышли Д. Н. Лебедев, профессора В. Я. Цингер, Ф. Е. Орлов и Ф. А. Слудский.



А. Ю. ДАВИДОВ
(1823—1885)

Василий Яковлевич Цингер (1836—1907) первоначально работал под руководством и влиянием Давидова. Его магистерская диссертация (1862) была посвящена «Способу наименьших квадратов». В 1867 г. для получения степени доктора прикладной математики он представил замечательную работу под заглавием «Вращательное движение жидкого эллипсоида с изменением вида». В ней интересно стремление автора дать детальный образ рассматриваемого движения, указать, как видоизменяется каждая частица движущейся жидкости. Это исследование отличается чрезвычайной простотой и обнаруживает в авторе незаурядного геометра.

Исторически эта диссертация интересна для нас тем, что она особенно повлияла на молодого студента Н. Е. Жуковского и, по его собственным словам, была толчком к созданию его знаменитой «Кинематики жидкого тела».

Первое время своей деятельности Цингер работал по механике и внес в аналитический метод преподавания Брашмана новую, чисто геометрическую сторону. Но вскоре он отошел от механики. Он посвятил себя исследованиям в области геометрии и стал основателем геометрической школы Московского университета. Как указывает Н. Е. Жуковский, работы В. Я. Цингера по механике не многочисленны. Но он оказал значительное влияние на направление московской механической мысли: своею любовью к образному геометрическому мышлению он увлекал молодых механиков, направляя их по тому пути, по которому следовали механики-геометры Ньютон, Понселе, Пуансо и Шаль.

Федор Евплович Орлов (1843—1892) окончил в 1863 г. Московский университет, где он был одним из ближайших учеников Брашмана, который оставил его при университете по специальности чистой математики. В 1869 г. он получил степень магистра чистой математики за работу «О взаимности дифференциальных уравнений». Значительное влияние на него оказал Давидов, который интересовался его работами и, обратив внимание на практическую склонность Орлова, посоветовал ему посвятить себя работам в области практической механики. Давидов считал, что отлично подготов-



Високоуважаемому Николаю Егорову
Нужовскому глубоко признатель-
ный за добрую память В. Цингер

В. Я. ЦИНГЕР
(1836—1907)

ленный и проявивший себя в математике Орлов сможет во время заграничной командировки основательно ознакомиться с прикладной механикой и после того стать хорошим профессором этой науки в Московском университете, где кафедра практической механики оставалась вакантной после смерти А. С. Ершова.

Временно, с 1868 по 1871 г., преподавание начертательной геометрии и механики было поручено, в звании стороннего преподавателя, Д. Н. Лебедеву (1840—1880). Ученик Н. Д. Брашмана и А. С. Ершова, он защитил в Московском университете в 1867 г. магистерскую диссертацию «Пертурбации паровоза, зависящие от непостоянства давлений ползушек на направляющие линейки и двигающей оси на вилки рамы». Кроме того, он напечатал статью в «Математическом сборнике» — «Введение в практическую механику». Одновременно он был профессором практической механики в Московском техническом училище. Труды его научной ценности не имеют.

Ф. Е. Орлов был направлен в Цюрих (Швейцария), где он работал у знаменитого в ту пору профессора прикладной гидромеханики и теоретического машиностроения Густава Цейнера (Gustav Zeuner). Цейнер, который наравне с Макгорном Ранкиным (Maschinen Rankine) является творцом теории паровых машин, был в то время крупнейшим в Европе деятелем в области теории турбиностроения и прикладной гидромеханики. Он был окружен учениками, стремившимися к нему со всех концов мира. Вот в эту-то атмосферу передовой научно-технической мысли попал молодой математик Орлов. Он вскоре выучился основам техники, научился проектировать и сделался близким учеником Цейнера, обратившего внимание на большие способности Орлова. Желая углубить свои знания в области теории механизмов и машин (такова была инструкция его командировки), Орлов отправился в Берлин к известному тогда ученому в этой области, проф. Рело.

Находясь в Берлине, где в то время в университете читали лекции знаменитые математики Вейерштрасс, Кронекер и Куммер, Орлов не упустил случая восполнить свои познания в области чистой математики. Курс Рело по кинематике произвел глубокое впечатление на

молодого Орлова. Вот как он об этом писал проф. Давидову: «В лекциях своих Рело дает замечательный опыт изложения кинематики с новой точки зрения. Формулы, которыми он представляет состав механизмов, и открытые им методы исследований, приводят его к самым неожиданными результатам». Впоследствии в своих работах Орлов неоднократно развивал кинематические методы, которые он воспринял у Рело.

Как и в Швейцарии, Орлов продолжал осматривать заводы и фабрики, пополняя практическим путем свое техническое образование.

В конце 1871 г. Орлов переехал в Париж, где поселился в Латинском квартале и стал посещать лекции Филиппса (Phillips) и Гатона де Гупильера (Haton de Goupilière) в Центральной школе мануфактур и искусств, лекции Бреса в Национальной школе дорог и мостов, а также слушал лекции знаменитых парижских математиков этой эпохи: Бертрана (Bertrand), Бонне (Bonnet), Пюизё (Puisseux) и Шалля (Chasles), которые произвели неизгладимое впечатление на ум молодого русского ученого.

Осмотрев наиболее известные заводы и лаборатории Франции, Орлов вернулся в Россию и с осени 1872 г. начал преподавание практической механики в Московском университете и в Московском высшем техническом училище. Современное практическое направление механики в Московском университете в значительной степени явилось результатом 20-летней профессорской деятельности Орлова в этом университете (1872—1892). Он ввел преподавание технического черчения и проектирования элементов машин и кранов, организовал прекрасный кабинет механических моделей, в то время лучший в нашей стране. В его курс входили следующие предметы: начертательная геометрия, теория механизмов, общая теория машин, термодинамика с приложением к теории тепловых и паровых двигателей, теория сопротивления материалов, гидравлика и теория турбин. Кроме того, он вел практические занятия по читаемым им курсам. Следует отметить, что преподавание у Орлова стояло на необыкновенно высоком научном уровне и не уступало лучшим западноевропейским кафедрам практической механики. Заботами Орлова практиче-

ская механика была поднята в Московском университете на такую высоту, какой она не достигала ни в одном из тогдашних университетов и технических школ нашей страны.

Новое направление в преподавании механики в Московском университете оказало на студентов математического отделения физико-математического факультета настолько большое влияние и нашло такой отклик среди них, что больше половины кандидатских диссертаций на математическом отделении по практической механике писалось под руководством Орлова. Именно Орлова можно считать главным основателем того прикладного направления, на которое вступила с того времени механика в Московском университете.

Лично близкий с Н. Е. Жуковским (они познакомились в 1872 г.), Орлов, несомненно, оказывал на Жуковского большое влияние и привлек его к работам в области прикладной гидромеханики и теоретического машиностроения, глубочайшим знатоком которых он был сам.

Личные работы Орлова относятся к теории механизмов и теории рулет. Ему также очень многим обязано тогдашнее Московское техническое училище, в котором он был первым профессором по кафедре прикладной механики и организатором инженерно-механического отделения. Он поставил преподавание в этом училище на такую высоту, что оно по праву заняло одно из первых мест в Европе и Америке. Бостонский технологический институт принял план преподавания инженерно-механического отделения Московского технического училища в основу своего плана преподавания.

Преждевременная смерть Орлова (20 января 1892 г.) лишила Московский университет этого выдающегося механика.

Одновременно с Орловым в качестве профессора теоретической механики в Московском университете работал Федор Алексеевич Слудский (1841—1897). Ф. А. Слудский окончил Московский университет в 1860 г. и был оставлен при кафедре астрономии. Его магистерская и докторская диссертации были посвящены вопросам астрономии и высшей геодезии. Но с 1865 г. Слудский стал заниматься механикой и пред-



Ф. А. СЛУЦКИЙ
(1841—1897)

ставил диссертацию на тему «О равновесии и движении жидкости при взаимодействии ее частиц», за которую он получил степень доктора прикладной математики. В 1866 г. он начал чтение теоретической механики в Московском университете.

Из 46 его работ меньшая часть (17) посвящена механике, и ни одна из них не имеет крупного научного значения. Только в области геодезии можно считать его работы ценными. Заслуги Слудского нужно искать только в области преподавания, где он упростил сложное и запутанное изложение курса механики Брашмана и выработал сравнительно простой и стройный курс теоретической механики, в котором в сжатой и ясной форме излагались основные идеи Лагранжа. Курс этот был напечатан в 1881 г. Он не представлял ничего оригинального, и не в нем мы должны искать источник того научного направления в области механики, которое развивалось в Московском университете.

Учениками Слудского в области теоретической механики были Н. Е. Жуковский и И. С. Громека.

Ипполит Степанович Громека (1851—1889) был, несомненно, талантливым механиком, но преждевременная смерть не дала возможности развиться его дарованиям. Работал он в области гидродинамики.

Н. Е. Жуковский формально был учеником Ф. А. Слудского и являлся его преемником по кафедре теоретической механики в Московском университете.

3. Институт инженеров путей сообщения

В создании научно-технических кадров в России важную роль сыграл Институт инженеров путей сообщения, который долгое время был единственным высшим учебным заведением, выпускавшим инженеров с настоящим научно-техническим образованием, стоявшим на уровне передовых технических школ Франции. Сверх того, в этом учебном заведении учился отец Н. Е. Жуковского, а один учебный год проучился и сам Николай Егорович. Это обучение составило его единственное техническое образование. Поэтому необходимо сказать

несколько слов об этой выдающейся в свое время высшей технической школе.

Институт инженеров путей сообщения назывался до 1864 г. Институтом корпуса инженеров путей сообщения. Он был учрежден в С.-Петербурге 20 ноября 1809 г., торжественное открытие его состоялось 1 ноября 1810 г. Это было первое высшее техническое учебное заведение в России, в котором в основу преподавания была положена высшая математика. Прототипом его устройства послужила знаменитая парижская Школа мостов и дорог, и первыми его преподавателями были подобранные по личному указанию Наполеона I выдающиеся французские инженеры и ученые, получившие образование в этой школе. Как известно, французская революция построила свои знаменитые технические школы г. Парижа, положив в основу инженерного образования основательное изучение высшей математики и теоретической механики, физики и химии.

Эти плодотворные идеи были применены при устройстве учебной части вновь созданного института.

Во главе института стоял инспектор (директор занимался лишь хозяйственной и административной частью), французский инженер Августин де Бетанкур (1758—1824). Он был родом с о-ва Тенерифа и получил высшее военное техническое образование в Париже. До приезда в Россию (1808 г.) он организовал в Испании Институт корпуса инженеров путей сообщения и имел поэтому большой опыт в создании высшей технической школы. Он организовал наш институт по образцу парижской Школы мостов и дорог. Руководящую роль в преподавании играли как профессора, бывшие воспитанники этой школы, так и профессора парижской Политехнической школы — Базен, Ламэ, Клапейрон, принесшие с собой не только новые научные и технические методы, но и освободительные идеи, царившие в стенах этой школы. По образцу парижской Политехнической школы в основу преподавания по идее Монжа было положено основательное изучение высшей математики и механики, физики и химии. Благодаря преподаванию Ламэ и Клапейрона в институте возникла русская школа теории упругости и строительной механики, к которой принадлежат блестящие имена инженеров путей



АВГУСТИН ДЕ БЕТАНКУР
(1758—1824)

сообщения: Д. Журавского, Ф. Ясинского, Н. Белелюбского и С. П. Тимошенко.

Егор Иванович Жуковский учился в институте, когда там были знаменитые французские профессора, и на нем отразилось их благотворное научное влияние, которое перешло от него к его любимому сыну Николаю.

Николай Егорович не раз говорил: «Мой папенька еще самого Ламэ слушал» и высоко ценил знаменитого французского ученого инженера и математика, о котором мы скажем поэтому несколько слов.

Габриэль Ламэ (Gabriel Lamé, 1796—1870) родился в 1796 г. и окончил парижскую Политехническую школу. Он знаменит своими исследованиями по чистой математике и математической физике. Особенно знаменит его курс по математической теории упругости — «La théorie mathématique de l'élasticité», о котором не раз вспоминал Н. Е. Жуковский. Ламэ пробыл в России с 1820 по 1832 г. и преподавал в институте высшую математику и физику. По возвращении в Париж он был избран членом Парижской Академии Наук и особенно прославился своими исследованиями в области математической физики и дифференциальной геометрии.

Хотя реакционное правительство Николая I и старалось выместить из института следы французского влияния, все же они сохранялись еще некоторое время, но, конечно, ослабели к 1868 г., когда в число студентов института был принят Н. Е. Жуковский.

Так как наш Институт инженеров путей сообщения в научном отношении представлял детище могучего рассадника научной техники — Политехнической школы в Париже, то необходимо сказать о ней несколько слов.

4. Парижская Политехническая школа

К концу XVIII в. технической механики не существовало. Наука еще не была внедрена в технику. Хотя была уже изобретена паровая машина Уатта, но проектировать машины, особенно паровые, строить инженерные сооружения и даже водяные колеса на научной основе не умели; старались копировать удачные образцы, построенные гениальными механиками и зодчими.

Только французская революция 1789—1793 гг. произвела решительный сдвиг в области техники и создала своих молодых талантливых инженеров для постройки всякого рода машин и сооружений исключительно на научной основе. Чтобы произвести техническую революцию, надо было создать новую революционную техническую школу, построенную на совершенно иных принципах, чем все высшие школы, существовавшие до нее. Это было гениальное творение Монжа — *École Polytechnique*, про которую сказал великий математик Якоби: «Это школа, для которой не было во всей Европе ни примера в прошлом, ни подобия в будущем». Из нее вышли молодые ученые инженеры, которые в течение нескольких десятков лет построили стройное здание технической механики, это подлинное детище Французской революции XVIII века.

Парижская Политехническая школа учреждена 12 сентября (н. ст.) 1793 г. Конвентом в виде военно-инженерной школы и первое время называлась Центральной школой общественных работ (*École Centrale des Travaux Publiques*). Новый проект был выработан Монжем; по докладу Фуркруа (*Fourcroy*) 28 сентября (н. ст.) 1794 г. проект был утвержден Комитетом общественного спасения, и школа получила название Политехнической.

В основу учебного плана Монж поставил изучение общих принципов математики, в частности начертательной геометрии, а также физики, химии и правил построения всевозможных конструкций.

Во главе преподавания стояли знаменитые французские ученые: Монж (*Monge*), Лагранж (*Lagrange*), Прони (*Prony*), Хашетт (*Hachette*), Бертоле (*Bertolet*) и др. Немного позднее был привлечен в число профессоров знаменитый творец небесной механики Лаплас (*Laplace*). Парижская Политехническая школа участвовала во всех революционных выступлениях парижских рабочих. Из этой школы вышли все великие французские математики и механики XIX столетия.

Основатель Политехнической школы Гаспар Монж (1746—1828) был одним из замечательнейших французских геометров. Ему принадлежат выдающиеся работы, положившие основу дифференциальной геометрии,

а также приведение в стройную систему той ветви геометрии, которую мы теперь называем начертательной геометрией.

Стоя во главе Политехнической школы, Монж сделал геометрию центральным предметом преподавания в этой школе, и из нее вышли известные геометры Дюпен и Понселе (последний, сверх того, прославился созданием так называемой «прикладной механики»).

Монж был выдающимся революционным деятелем, якобинцем. В первые годы революции он был морским министром и участником экспедиции в Египет.

ГЛАВА III

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ Н. Е. ЖУКОВСКОГО В МОСКОВСКОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УЧИЛИЩЕ И В СОСТОЯВШЕМ ПРИ НЕМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ ОБЩЕСТВЕ

1. Возникновение Московского технического училища

В направлении научной деятельности Н. Е. Жуковского важную роль сыграло Московское техническое училище, в число преподавателей которого он вступил на пороге своей юности 1 января 1872 г. В своей незабываемой речи «Механика в Московском университете за последнее пятидесятилетие», произнесенной 16 января 1911 г., он в следующих словах говорил об этом:

«Профессор Д. К. Бобылев сказал мне однажды, что я счастлив тем, что начал свою педагогическую деятельность в Техническом училище и что соприкосновение с технической практикой дает мне обильный материал для научных исследований. И он был в этом отношении совершенно прав. Я с удовольствием вспоминаю беседы с моими дорогими товарищами по Техническому училищу, в котором с 1872 г. протекает моя педагогическая деятельность. Они указывали мне на различные тонкие вопросы техники, требующие точного разрешения. От них научился я сближению научного исследования с наблюдаемой действительностью и умению пользоваться приближением».

Вот почему необходимо сказать несколько слов об истории возникновения Технического училища, которое из небольшой вначале высшей технической школы,

главным образом под влиянием Н. Е. Жуковского, выросло в одну из первых в России высших технических школ.

Императорское Московское техническое училище, ныне Московское высшее техническое училище им. Баумана, было открыто в 1868 г. Оно возникло путем постепенного преобразования Ремесленного училища, открытого в 1832 г. для воспитанников Московского воспитательного дома и, следовательно, должно быть рассматриваемо как продолжение Московского воспитательного дома, учрежденного в конце XVIII в. при Екатерине II для детей, не имеющих официальных родителей. Эти дети учились разным ремеслам в специальных мастерских, и для них было учреждено Ремесленное училище. Это обстоятельство оставило глубокий след на дальнейшем развитии учебного заведения, и до революции 1905 г. в нем всегда обращалось особое внимание на работу студентов в мастерских, а преподавание носило более практический характер по сравнению с другими высшими техническими учебными заведениями России.

В 1844 г. училище было преобразовано в среднюю техническую школу, в которой, наравне с обучением ремеслам, было обращено серьезное внимание на преподавание элементов математики, механики, физики, химии и черчения. Вместе с тем решительный перевес получила механическая специальность, а мастерские были превращены в небольшой механический завод. Во главе преобразованного Ремесленного училища в 1855 г. стал Александр Степанович Ершов, одновременно бывший профессором практической механики Московского университета; благодаря его руководству преподавание в училище поднялось на большую высоту.

А. С. Ершов разработал план преобразования Ремесленного училища в высшее техническое учебное заведение. Уже после его смерти, в 1868 г., Ремесленное училище было преобразовано в высшее техническое учебное заведение — имп. Московское техническое училище, но все же оно сохранило свое первоначальное практически-техническое направление преподавания. Первым директором училища был назначен Виктор Карлович Делла-Вос.

В. К. Делла-Вос родился в Одессе 31 января 1829 г.



В. К. ДЕЛЛА-ВОС
(1829—1890)

и умер в Петербурге 15 июля 1890 г. Он получил высшее образование в Московском университете, где окончил курс в 1853 г., будучи учеником проф. А. С. Ершова. По окончании университета он провел несколько лет во Франции, где близко ознакомился с высшими техническими школами Парижа и слушал лекции крупных французских ученых в области технической механики. В то время в Париже среди технических школ главную роль играла Центральная школа мануфактур и искусств (*Ecole Centrale des Arts et des Manufactures*); она была основана в 1829 г. группой французских ученых, во главе которых стояли знаменитый химик Дюма и широко известный физик Пекле. Это было передовое высшее техническое учебное заведение, в котором главное внимание было обращено на практическую сторону техники, но в научную основу преподавания было положено изучение физики и химии. В. К. Делла-Вос получил свою научно-техническую установку под влиянием парижских высших технических школ и старался перенести их методы преподавания в Московское техническое училище. Ближайшими его сотрудниками в училище были: профессор математики А. В. Летников, профессор прикладной механики Ф. Е. Орлов, профессор машиностроения А. К. Эшлиман, профессор сопротивления материалов Д. Н. Лебедев, профессор металлургии И. К. Коссов, профессор химической технологии И. П. Архипов, профессор технологии волокнистых веществ Ф. М. Дмитриев и др. Первая разработка учебных планов принадлежит А. В. Летникову, который стремился по образцу парижской Политехнической школы положить в основу преподавания широкое изучение высшей математики и аналитической механики. Однако по возвращении Ф. Е. Орлова из заграничной командировки была проведена новая переработка учебных планов по образцу цюрихской Высшей технической школы, где преподавали пользующиеся мировой известностью профессора Кульман и Цейнер.

Но при всех этих преобразованиях в училище сохранилось практическое направление преподавания, перешедшее от прежнего Ремесленного училища. Вот в эту профессорскую среду Технического училища, представ-

ляющую оригинальное сочетание современной науки и практической техники, с января 1872 г. попал молодой преподаватель математики Николай Егорович Жуковский, только что сдавший магистерские экзамены по прикладной математике в Московском университете. В голове его, как это видно из письма к М. А. Шукину от 27 января 1871 г. (стр. 24), бродила вполне самостоятельная мысль написать диссертацию на тему о машинах, работающих нагретым воздухом. С первых шагов своей деятельности в Техническом училище Николай Егорович познакомился с профессором прикладной механики Федором Евпловичем Орловым, только что вернувшимся из заграничной командировки, где он работал под руководством первого ученого Западной Европы в области машиностроительной науки — Густава Цейнера, сочинение которого «*Grundsätze der mechanischen Wärmetheorie*» Николай Егорович так основательно изучил (см. гл. I, стр. 24). Ф. Е. Орлов ввел Николая Егоровича в курс научных вопросов, поставленных передовыми машиностроителями Западной Европы, и оказал на него чрезвычайно большое влияние. Они сделались неразлучными друзьями. Дружба и передовое научно-техническое влияние Ф. Е. Орлова много содействовали практическому направлению работ Н. Е. Жуковского.

Цейнер особенно много работал в области технической гидродинамики и теории турбин, а также производил опытные исследования в области гидромеханики. Может быть, в этом надо искать разгадку того, что Николай Егорович оставил свою мысль писать диссертацию по теории тепловых машин и перешел к работам в области гидромеханики. При тогдашнем состоянии теории турбин вопросы кинематики движения жидкости, несомненно, играли выдающуюся роль, и Николай Егорович со свойственной ему образностью мышления глубоко вошел в сложные вопросы едва начинавшей тогда создаваться кинематики жидкого тела. Наука кинематики только что получила права гражданства — появилось знаменитое сочинение Резаля «*Traité de Cinématique pure*», Paris, 1862. Резаль, хотя и жил в Париже, оказал влияние на молодого Жуковского своими сочинениями по механике, и потому-то во время своей пер-

вой заграничной командировки 1877 г. Жуковский так добивался с ним личного свидания.

Между тем Московским техническим училищем были выпущены первые молодые инженеры большого технического таланта и интуиции: В. Г. Шухов, П. К. Худяков, Н. П. Зимин, А. П. Гавриленко, а позже А. И. Сидоров, В. И. Гриневецкий и др. Постоянное живое общение с этими талантливыми инженерами, составившими ядро Политехнического общества, держало Н. Е. Жуковского в курсе запросов современной техники, и результатом этого было довольно большое число высокоценных исследований Николая Егоровича в области прикладной механики и теоретического машиностроения.

Все эти молодые инженеры и передовые профессора Технического училища объединились в научно-техническое общество под названием «Политехническое общество».

2. Н. Е. Жуковский и Политехническое общество

Первоначально научная работа в Политехническом обществе развивалась слабо, и одной из наиболее удачных мер, по словам проф. П. К. Худякова (ученика Николая Егоровича).¹ «...было именно привлечение к работе в нем такой выдающейся активной силы, какую являлся в то время среди нас молодой ученый Николай Егорович; он приходил к нам не только за тем, чтобы послушать наши технические доклады, но и для того, чтобы оживить их своими всегда оригинальными выступлениями в прениях по этим докладам, чтобы дать поставленным на разработку вопросам более яркое и все-стороннее освещение, чтобы согреть нашу товарищескую беседу обаянием своей даровитой и светлой личности.

«Очень скоро и сам Николай Егорович начал выступать в этом молодом еще тогда обществе в качестве докладчика. В самых первых своих докладах он сообщал нам о различного рода новинках из области тео-

¹ Извлечение из речи П. К. Худякова 19 марта 1922 г. «Памяти профессора Н. Е. Жуковского». М., 1922, стр. 123—130.

рии механизмов и затем из области технических применений динамики твердого тела. Это были сначала, так сказать, чисто академические темы; развивая их, Николай Егорович знакомил нас тогда с новейшими течениями в области научной мысли и раскрывал перед нами широкие горизонты для их практического применения. Но мало-помалу, знакомясь ближе с нашей семьей инженеров, Николай Егорович перешел и на другие темы — на такие, которые как бы подсказывала ему сама жизнь и ее запросы, вносимые на обсуждение членов общества. В ответ на такие запросы Николай Егорович очень часто или выступал с исчерпывающим тему докладом, или освещал вопрос, демонстрируя его решение на удобопонятной для всех модели, или же организовал опыты, серьезно обставленные с научно-технической стороны.

«Другими словами, он начал уделять свое время на разработку самых разнообразных инженерных тем, подводя под них, так сказать, незыблемо прочный теоретический фундамент и давая предмету всегда оригинальное освещение и толкование, доводя это свое толкование до полной ясности и такой простоты, которая всегда поражала нас и приводила в восторг...

«...Работы [Николая Егоровича] захватывали то одну область практических приложений механики, то совершенно другую: например, в его исследованиях чередуются гидравлический таран с ветряным колесом, прядильное веретено с механизмом для так называемых «плоских рассевов», применяемых в мукомольном деле; за гибкой осью в паровой турбине де Лавалья следует сцепной тяговой аппарат для железнодорожных вагонов. И движение газов, выходящих из дымовой трубы, и движение струй воды в песках — все это одинаково привлекало к себе пылливый ум Николая Егоровича, заставляло его вдумываться в те вопросы, которые интересовали практиков-инженеров, заставляло его давать им посильный на них ответ.

«Но были у него и свои излюбленные области, где он работал, так сказать, вполне планомерно и дарил нас почти непрерывно одним докладом за другим. Это были область завоеваний, достигнутых человеком над воздушной стихией, и область гидродинамики.

«Вместе с ним, путем длинной серии его сообщений, мы пережили, буквально пережили, от начала и до конца всю историю воздухоплавания, развернувшуюся как бы на наших глазах. Начал он свои работы в этой области ознакомлением нас с тем, что и как сделано было другими, а кончил большой самостоятельной, творческой инженерной работой, которая растянулась на много лет и была бы по плечу далеко не многим...

«...Большая часть ближайших сотрудников Николая Егоровича, работавших тут вместе с ним под его руководством, была именно из числа инженеров, окончивших МВТУ, а нередко из студентов, кончающих его.

«Последнее и самое веское слово сказал Николай Егорович также и в деле использования силы ветра при устройстве ветряных колес. Начиная с 1918 г. его учениками и под его непосредственным руководством предпринят был ряд работ, изысканий и опытов по всем вопросам наивыгоднейшего использования силы ветра. Все эти работы удалось вполне закончить почти перед самой смертью Николая Егоровича, но до сих пор они еще не опубликованы. Для наивыгоднейшего использования даровой силы ветра, благодаря этим опытам, наступила новая эра; и мы, не увеличивая размера площади крыльев, имеем возможность взять от них теперь работу, приблизительно раза в полтора большую, чем это делалось еще так недавно.

«Много было разрешено Николаем Егоровичем вопросов также и в области практических применений гидродинамики, но полнее всего выявились инженерное чутье и глубина проникновения нашего дорогого учителя при разрешении тех именно вопросов, которые вызваны были к жизни практикою водопроводного дела...

«...Всем нам хорошо известно, что в течение последних 30—40 лет в хозяйстве города Москвы выполнялся непрерывный ряд работ по увеличению водоснабжения столицы. Перед этим в течение целого ряда лет производились сначала изыскания, чтобы открыть в подмосковном районе надежные, обильные и чистые источники воды, а затем началось и постепенное осуществление капитальных сооружений на Рублевском водопроводе. Эту большого масштаба историческую работу, можно сказать, вынесла на своих плечах наша семья

инженеров Московского высшего технического училища. «К бесплатному участию в работах Комиссии по увеличению водоснабжения приглашен был и Николай Егорович. Его внимание привлек к себе тогда вопрос о колебаниях уровня почвенных или грунтовых вод. Результатом этого исследования явился у него доклад, обрисовывающий характер движения подпочвенных вод. Прочитан этот доклад был также в Политехническом обществе; чтение его было обставлено чрезвычайно интересной демонстрацией модели, по которой можно было видеть и затем изучать движение струй воды в песках. Этим докладом раскрыты были многие такого рода руководящие данные, с помощью которых, на основании опытных предварительных исследований, разрешается вопрос об определении, как говорят, мощности возможного водосбора в данном районе для целей городского водоснабжения...

«...При эксплуатации Московского водопровода также понадобилось очень ценное содействие Николая Егоровича в разрешении многих практических вопросов. Один из них особенно долго и сильно волновал всех лиц, близко стоявших к этому делу. Это — систематически начавшееся лопание магистральных труб на водопроводной сети. Одной из главных причин, обуславливающих возможность таких аварий, как оказалось, является развитие сильного ударного действия в трубах, когда их быстро закрывают или же быстро открывают. Чтобы обследовать это явление экспериментальным путем, при Алексеевской водокачке (под Москвою), по указанию Николая Егоровича, в 1897—1899 гг. была сооружена большая опытная сеть водопроводных труб разного диаметра; ее можно было заставить работать при самых разнообразных условиях в задании. На этой именно сети труб Николай Егорович и делал свои опыты, определяя каждый раз длину той волны, которая развивается при гидравлическом ударе. Эта задача была разрешена им блестяще.

«Ее решение отныне дает возможность определить прежде всего место аварии в трубах, не выходя из помещения водокачки и не дожидаясь того, когда на месте разрушения вода выступит уже на поверхность мостовой. Дальнейшим следствием решения этого вопроса

явилось у нас, инженеров, более полное и реальное представление о работе всех водоподъемных машин вообще и гидравлического тарана в частности; явилась возможность использовать это решение для широких практических целей в смысле достижения максимума полезного действия подобных устройств.

«Когда Николай Егорович делал об этой работе свой доклад в Политехническом обществе, это был для него день колоссального триумфа, а для всей нашей семьи инженеров это был день живой, необыкновенной радости, вызванной успехами нашего любимого учителя. Чутье подсказывало тогда всем нам, ученикам Николая Егоровича, что эта его работа будет иметь, так сказать, злободневное и безусловно мировое значение. Так оно и оказалось. Весьма скоро она появилась в переводе на немецкий язык (1899 г.), а потом на английский (1904 г.) и французский (1907 г.).

«Ничуть не меньшее практическое значение должна была иметь и другая работа Николая Егоровича, освещавшая вопрос о качке морских судов на волнах океана. Теоретическую часть этой работы Николай Егорович закончил вполне удачно; ему недоставало только иметь в руках те опытные практические коэффициенты, которые характеризовали бы качку кораблей современных типов русского морского флота...

«...Последние годы своей жизни Николай Егорович углубился, что называется, с головою в свои специальные исследования в области воздухоплавания и проделал здесь очень большую творческую инженерную работу, благодаря которой все это дело у нас в России стало ныне на твердую научную почву.

«Из других его работ инженерного характера надо особенно отметить еще прочитанный им курс по теории регулирования хода машин. Это совершенно оригинальный курс, который Николай Егорович разработал в 1908—1909 гг. по просьбе его старых учеников, членов Политехнического общества, и который не читался ранее ни в одной высшей школе...

«...В Политехническом обществе, которое для Николая Егоровича является как бы колыбелью, где началось и постепенно окрепло его тесное сближение с практической техникой, впервые было понято и провозгла-

шено, что Николай Егорович является инженером самого высшего ранга; по силе, по глубине и напряженности своего инженерного творчества он значительно превосходил любого из так называемых «выдающихся» инженеров, известных нам. Поэтому Совет Политехнического общества давно уже сделал со своей стороны необходимые шаги в том направлении, чтобы Николаю Егоровичу было присуждено почетное звание инженер-механика от бывшего имп. Технического училища, согласно одному из параграфов его прежнего нормального устава; в этом смысле и сделано было подробно мотивированное представление. Совет бывшего имп. Технического училища единогласно постановил удовлетворить это ходатайство Политехнического общества, а семья наших инженеров поднесла Николаю Егоровичу большой нагрудный золотой инженерный знак. На своем парадном костюме Николай Егорович весьма охотно носил это украшение, необычное для прежних профессоров механики; он его носил, как бы желая подчеркнуть глубину той привязанности, которая зародилась у него и окрепла как по отношению к ВТУ, так и по отношению к Политехническому обществу, которая сделала его как бы родным для всех нас и беспрдельно дорогим...»

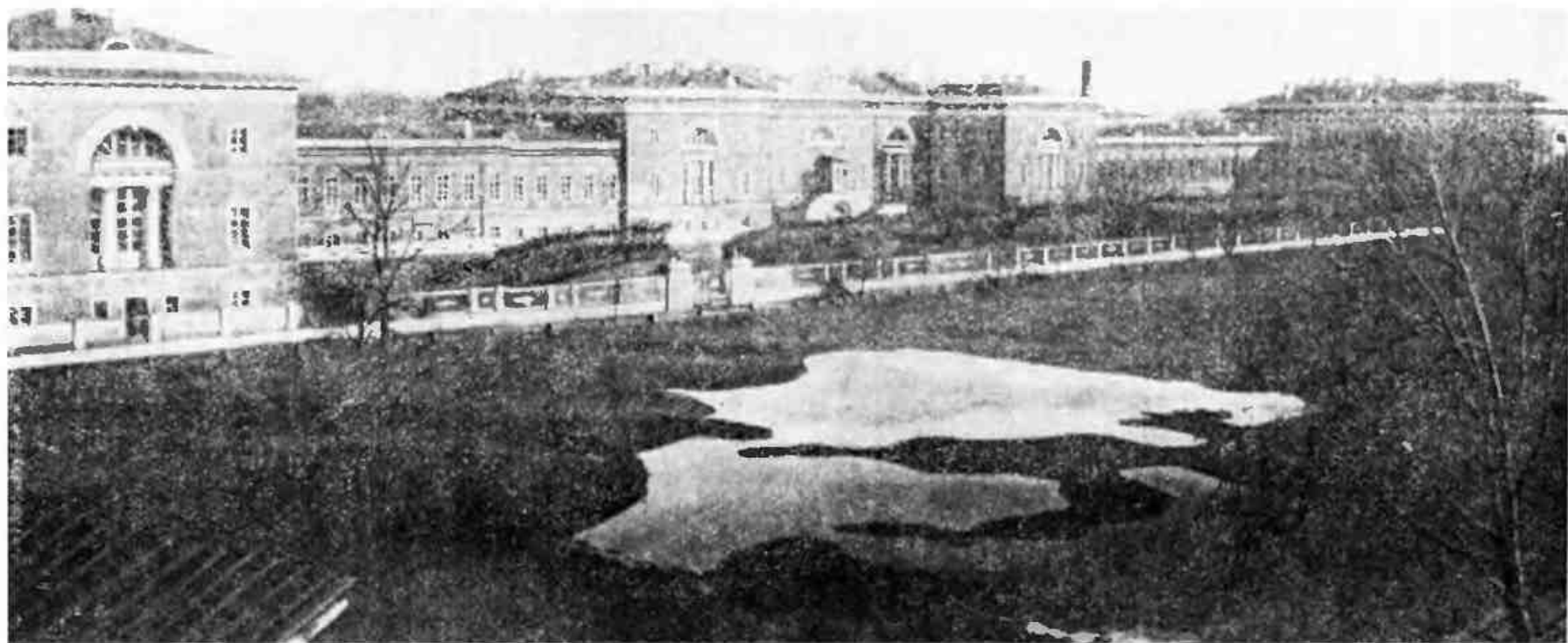
3. Преподавание механики в Техническом училище

Первоначально Николай Егорович преподавал в Техническом училище математику. Сохранился его литографированный курс аналитической геометрии, в двух частях, в котором в простой и ясной форме давалось изложение основ аналитической геометрии в размере, необходимом для студентов Технического училища.

После трудных курсов предшественника Н. Е. Жуковского преподавание Николая Егоровича принесло большую пользу студентам, так как он излагал свой трудный для начинающего студента курс с удивительной ясностью.

С осени 1874 г. Николай Егорович начал преподавание теоретической механики в Техническом училище.

Это был счастливый для училища день, так как до Н. Е. Жуковского механика преподавалась в запутанном и трудном для студентов изложении (сообщение студента Технического училища, впоследствии почетного академика В. Г. Шухова). Преподаватели механики все время смотрели в сторону классических французских курсов, основанных на идеях Лагранжа. Эти курсы были доступны пониманию студентов *Ecole Polytechnique*, обладавших высокой математической подготовкой, но они с трудом усваивались тогдашними студентами Технического училища. Здесь Николай Егорович произвел настоящую революцию. Он ясно понимал, что студентам Технического училища более всего доступно изложение механики в простой геометрической форме. В то время существовали «Элементы статики» Пуансо («*Éléments de Statique*»), в которых знаменитый французский механик-геометр с удивительным изяществом изложил элементы статики. Образному мышлению инженера, который, по словам Монжа, должен созерцать пространство, более всего соответствовало геометрическое изложение основ механики в духе Пуансо. Николай Егорович выработал прекрасное, ставшее классическим изложение основ теоретической механики, которое было издано в литографированном виде. Сначала по нему учились слушатели Н. Е. Жуковского, студенты Технического училища, но постепенно оно получило широкое распространение по всей России. Студенты всех наших высших технических школ стали учиться по лекциям Н. Е. Жуковского, которые им рекомендовались самими профессорами, преподававшими теоретическую механику. Таким образом, кафедра механики в Техническом училище сделалась всероссийской кафедрой механики. Н. Е. Жуковский бывал в Техническом училище по вторникам, четвергам и субботам. Обычно в субботу он оставался в училище целый день, до глубокой ночи, экзаменуя студентов на репетициях. Любой студент мог получить от профессора после лекции разъяснение по всем интересовавшим его вопросам, чаще всего связанным с проектированием. Постепенно, со временем, возле дверей аудитории, где читал Н. Е. Жуковский, выстраивался ряд инженеров, приезжавших со всех концов России, чтобы получить у Николая Егоровича



ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧИЛИЩЕ, ГДЕ Н. Е. ЖУКОВСКИЙ ПРЕПОДАВАЛ с 1872 по 1921 г. (фото 80-х годов)

ответы на интересующие их технические вопросы. Окруженный этими людьми, Николай Егорович медленно шел из аудитории в профессорскую. А там его часто ожидали молодые преподаватели Технического училища и товарищи, профессора всех дисциплин, желавшие посоветоваться с ним по интересующим их научным вопросам. Многие показывали ему чертежи своих новых конструкций, и Николай Егорович, когда-то плохо чертивший в Институте инженеров путей сообщения, благодаря своему всепроницающему геометрическому глазу прекрасно разбирался во всех этих чертежах новых машин и конструкций. Он как-то сразу умел подмечать и достоинства и недостатки их.

Впоследствии Н. Е. Жуковский вел преподавание механики в виде двух отдельных курсов. На первом курсе он преподавал теоретическую механику совместно для студентов механического и химического отделений. Это был вполне законченный курс кинематики, статики и динамики, который был достаточен для студентов химического отделения. На втором курсе Николай Егорович читал для студентов механического отделения так называемую «аналитическую механику». Здесь он давал дополнения, обобщавшие изложение первого года, а также более трудные теоремы теоретической механики. Курс этот, отличавшийся простотой и ясностью изложения, также был издан в литографированном виде и получил широкое распространение за стенами Технического училища. Николай Егорович постепенно дополнял свой курс различными новыми отделами, в которых он предельно просто излагал такие не входившие в его курс вопросы, как теоремы строительной механики о работе деформации. Только благодаря его изложению студенты старших курсов могли усвоить то, чего они не понимали в курсах своих профессоров. Курсы эти впоследствии были напечатаны, и по ним училось большинство наших инженеров.

Новые важные проблемы регулирования работы машин потребовали ввести в преподавание Технического училища курс теории регулирования. По просьбе профессоров механического отделения, — все они в то время были уже учениками Н. Е. Жуковского — Николай Его-

рович стал читать с 1908 г. «Курс теории регулирования», который был немедленно издан в литографированном виде, и по этой книге изучали новую важную техническую дисциплину все русские инженеры.

Готовясь к чтению курса, Николай Егорович произвел углубленные исследования по теории регуляторов, пополнив и исправив результаты исследований И. А. Вышнеградского и Каргля. К сожалению, Н. Е. Жуковский замедлил с опубликованием полученных им новых результатов. В литературе они связаны с именем профессора парижской Политехнической школы Л. Лекорню, который одновременно пришел к тем же результатам и поспешил их опубликовать. Но за Н. Е. Жуковским навсегда останется честь постановки преподавания теории регулирования в наших высших технических школах, образцом для которых послужил его курс в Московском техническом училище.

Во время своего преподавания в Техническом училище, вплоть до 1905 г., Николай Егорович должен был тратить много времени на так называемые «репетиции», которые представляли собою настоящий экзамен по частям курса. Независимо от репетиций полагались экзамены по предмету в полном объеме. Студенты, зная склонность профессора к углубленному мышлению, когда он мог забыть все окружающее, ухитрялись обманывать его и списывать, стоя у доски, с заготовленной шпаргалки. Но Николай Егорович часто ловил обманщиков и говорил: «Я заметил, что, когда студент не понимает, он делает всегда один и тот же ошибочный чертеж».

После 1905 г. в преподавании механики была произведена реформа и были введены обязательные упражнения по механике, постановкой которых руководил Николай Егорович. Он сам составил задачи для этих упражнений, и они велись под его непосредственным контролем.

Впоследствии Николай Егорович отказался от совместного курса на механическом и химическом отделениях: на механическом отделении преподавал он сам, преподавание же на химическом было возложено на нового преподавателя.

С начала существования Политехнического общества Н. Е. Жуковский в своих докладах стал читать инженерам, членам этого общества, своеобразный курс современного состояния воздухоплавания.

После знаменитых полетов Райта в конце 1903 г. авиация вступила на практический путь, а бессмертные работы Н. Е. Жуковского дали теоретическое разъяснение вопроса о поддерживающей силе и возможность теоретического расчета элементов конструкции аэроплана.

Н. Е. Жуковский, располагавший на основании своих экспериментальных работ в Московском университете аэродинамическими данными, мог уже читать систематический курс по научным основам воздухоплавания для студентов Технического училища.

В этот момент он более всех своих современников был подготовлен к роли создателя теоретических основ авиационной науки и одновременно обладал глубоко продуманными методами экспериментальных работ по аэродинамике, которые он выработал в созданной им лаборатории Московского университета.

Не легко было читать такой курс студентам Технического училища, еще не обладавшим необходимой математической подготовкой. Но необыкновенное преподавательское мастерство Николая Егоровича, соединенное со свойственной ему образностью изложения, помогли ему в решении этой трудной педагогической задачи, и постепенно этот курс был выработан. Благодаря заботам его ученика В. П. Ветчинкина, в 1911—1912 гг. курс был издан в литографированном виде и буквально расхвачан в несколько недель. Он разошелся по всей России и проник за границу. Все удивлялись глубине мысли автора, простоте и образности изложения такого нового и трудного предмета. Курс в 1916 г. был переведен в Париже под редакцией известного русского ученого, инженера С. К. Джевецкого и получил распространение по всему миру.

Осенью 1909 г. вокруг Н. Е. Жуковского образовался научный студенческий воздухоплавательный кружок. Николай Егорович пристально следил за деятель-

ностью кружка, руководил его работой и всячески поощрял научную работу студентов. Наиболее известными членами кружка были В. П. Ветчинкин, А. А. Архангельский, Б. И. Россинский, В. А. Слесарев, Г. М. Мусинянц, Г. Х. Сабинин, Б. С. Стечкин, А. Н. Туполев, К. А. Ушаков, Б. Н. Юрьев и др. Впоследствии они стали выдающимися учеными в области авиационных наук и строителями оригинальных самолетов, обладавших отличными летными качествами.

Учебный комитет Технического училища и Леденцовское общество оказали материальную поддержку стремлению Н. Е. Жуковского создать в Техническом училище аэродинамическую лабораторию, которая и была построена в 1910 г. Имея опыт постройки аэродинамической лаборатории Московского университета, Н. Е. Жуковский внес много нового в конструкцию аэродинамических труб и приборов новой лаборатории. Много ему помогали своим конструкторским умением члены воздухоплавательного кружка. В это время новая лаборатория Н. Е. Жуковского стояла в первом ряду аэродинамических лабораторий всего мира. Николай Егорович много времени уделял своей лаборатории. Часами просиживал он, наблюдая опыты и обдумывая их значение для своих теоретических исследований.

Здесь был накоплен тот лабораторный опыт, который впоследствии так пригодился при устройстве аэродинамических лабораторий Центрального аэрогидродинамического института.

Б. Отношение Технического училища к Н. Е. Жуковскому

Николай Егорович Жуковский был чрезвычайно популярен в среде студенчества Технического училища. Студенты очень любили его и гордились тем, что у них читал Жуковский. Они знали, что в случае неясности Николай Егорович немедленно даст ответ на любой заданный ему вопрос. Часто на листке бумаги, вырванном из студенческой тетради, он набрасывал эскиз и расчет конструкции, встретившейся студентам при проектировании. Между тем руководители групп проектирования

нередко терялись перед вопросами талантливых студентов. Профессора Технического училища были в большинстве учениками Николая Егоровича. Для них он был представителем высшего инженерного познания, живым олицетворением научного творчества, и в своей научной работе профессорско-преподавательский коллектив руководствовался его идеями.

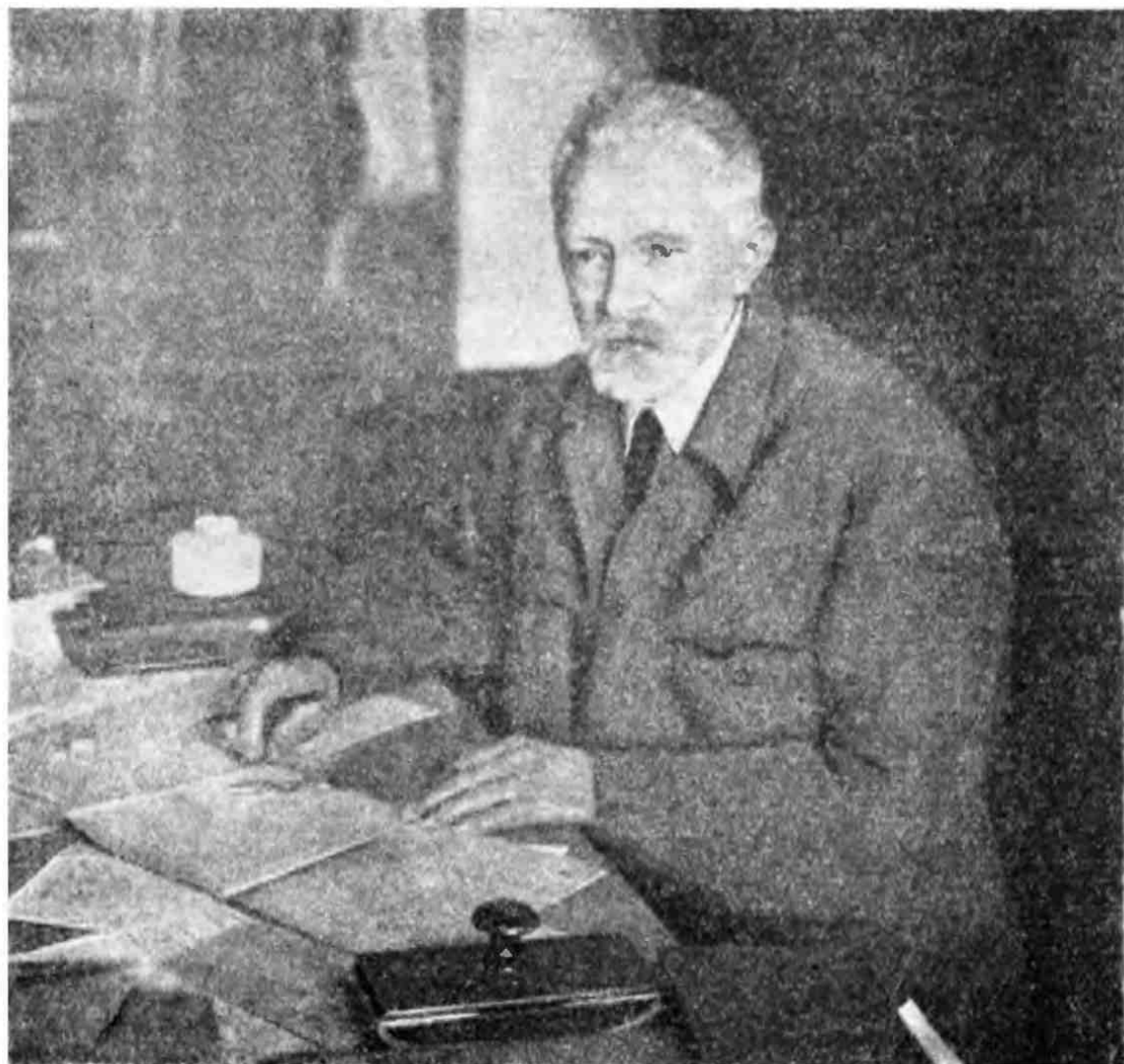
Благодаря заботливому отношению Н. Е. Жуковского к работам его учеников, преподавателей Технического училища, среди профессорско-преподавательского коллектива выдвинулись крупные ученые — профессора инженерных дисциплин: С. А. Федоров, П. К. Худяков, А. И. Сидоров, Н. И. Мерцалов, А. П. Гавриленко, В. И. Гриневецкий и др. Роль Технического училища в промышленной и научно-технической жизни страны по сравнению с семидесятыми годами XIX в. чрезвычайно возросла. Оно выдвинулось на первое место среди высших технических учебных заведений России и показывало всем пример рациональной постановки инженерного образования. Оно стало училищем Н. Е. Жуковского, его вдохновителя и руководителя.

Техническое училище это отлично понимало и удостоило его в январе 1911 г. звания инженер-механика *honoris causa*. Н. Е. Жуковский с гордостью носил инженерный значок, о котором он так мечтал в дни молодости, и иногда говорил: «Я теперь могу подписать проект».

6. Ученики Н. Е. Жуковского в Московском техническом училище

Николай Егорович, как уже неоднократно было сказано, создал блестящую школу учеников в Московском техническом училище, которые превратили молодое училище в первоклассную техническую школу. Они продвинули вперед русскую технику и смелым полетом своей технической мысли опередили зарубежные страны. Среди них должны быть отмечены:

Один из самых знаменитых русских инженеров, почетный академик В. Г. Шухов, который, блестяще сочетая теорию с практикой, был автором смелых остроум-



В. Г. ШУХОВ
(1853—1939)

ных конструкций, глубоких теоретических исследований, талантливым изобретателем, которого не раз называли русским Эдиссоном.

Инженер Н. П. Зимин, строитель Московского водопровода, много занимавшийся теоретическим исследованием работы водопровода. Совместно с Н. Е. Жуковским он производил знаменитые опыты над гидравлическим ударом в водопроводных трубах на Алексеевской водокачке. Во время поездки в Америку Н. П. Зимин своими докладами оказал содействие внедрению теории гидравлического удара в американскую практику.

Инженер А. П. Гавриленко, профессор и директор Технического училища, близкий друг Николая Егоровича, первоклассный конструктор, который по строю своего ума был очень близок Николаю Егоровичу и подсказывал ему неоднократно темы для теоретических исследований.

Инженер В. И. Гриневецкий, профессор Технического училища, творец русской теплотехнической школы и основатель Теплотехнического института, выросший под научным влиянием Н. Е. Жуковского.

Инженер Н. И. Мерцалов, профессор Технического училища, близкий ученик Николая Егоровича, работавший с ним по техническим приложениям гидродинамики и теории машин и механизмов.

Инженер А. И. Сидоров, профессор Технического училища, работавший по теории регулирования и особенно способствовавший исследованиям Николая Егоровича по этой теории, а также и по другим вопросам практической механики.

Инженер Л. П. Смирнов, профессор Технического училища, принимавший близкое участие в работах Николая Егоровича по теории регулирования и теории механизмов.

Наконец, инженер С. А. Федоров, профессор Технического училища, который привлек внимание Николая Егоровича к исследованиям по веретенам и другим вопросам текстильных машин и механизмов.

ГЛАВА II

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ Н. Е. ЖУКОВСКОГО В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ И МОСКОВСКОМ МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБЩЕСТВЕ

1. Избрание Н. Е. Жуковского профессором Московского университета

В конце 1885 г. Н. Е. Жуковский, доктор прикладной математики с 1882 г., был впервые приглашен в Московский университет в качестве приват-доцента по кафедре механики. В весеннем полугодии 1886 г. он прочел свой знаменитый курс гидродинамики. Этот курс под названием «Лекции по гидродинамике» был напечатан в «Ученых записках Московского университета» за 1887 г. В нем было столько нового и оригинального, что он оказал большое влияние на направление гидродинамических работ в России. По нему учились молодые механики, на основе его писались многие работы, в том числе известная магистерская диссертация любимого ученика Николая Егоровича, знаменитого нашего механика Сергея Алексеевича Чаплыгина.

Вследствие ухода, за выслугой 25 лет, Ф. А. Слудского с кафедры механики на его место был избран Н. Е. Жуковский и утвержден в должности экстраординарного профессора 12 июля 1886 г. С осени 1886 г. Николай Егорович начал чтение курса механики. Это было важным событием в жизни Московского университета, в котором по разным причинам не остались профессорами его питомцы — славный математик,

академик П. Л. Чебышев, автор выдающихся работ по кинематике механизмов, и известный своими работами в теоретической механике и математике академик Иосиф Иванович Сомов. Конечно, если бы эти ученые были в составе профессоров физико-математического факультета Московского университета, направление математических и механических работ в университете было бы иное. Но в то время они читали в Петербургском университете, и это давало ему известное преимущество перед Московским. Только благодаря деятельности Н. Е. Жуковского математическое отделение физико-математического факультета Московского университета стало приобретать то выдающееся значение, которого оно достигло в настоящее время. Главные научные силы механико-математического факультета Московского университета состоят ныне либо из прямых учеников Николая Егоровича, либо из учеников его учеников. Светлые, гениальные творческие идеи Николая Егоровича оплодотворили физико-математический факультет Московского университета и дали ему блестящее развитие.

2. Преподавание механики в Московском университете

Н. Е. Жуковский пришел в Московский университет в возрасте 38 лет, имея опыт четырнадцатилетнего преподавания в Московском техническом училище, в котором он выработал свой оригинальный курс теоретической механики. Он уже был профессором с вполне сложившимся научным мирозерцанием, собственными взглядами на научные методы исследования в механике и на способы ее преподавания. «Один путь в механике,— говорил он,— шел от Галилея через Ньютона, Лагранжа и Якоби, другой путь тоже шел от Галилея через Гюйгенса и через Пуансо. Я предпочитаю теперь последний — он более соответствует самому существу механики».

До Н. Е. Жуковского на лекциях Н. Д. Брашмана и Ф. А. Слудского господствовали аналитический метод и идеи Лагранжа. Изложение механики по необходимости было трудным и не всегда понятным. Николай Егорович говаривал: «Мы, студенты, знакомые с на-

чалом возможных перемещений Лагранжа, не умели решать простых статических задач... Для меня «Элементы статики» Пуансо были настоящим откровением, и только по книге Пуансо я научился решать задачи по статике».

Геометрический склад мышления знаменитого французского механика-геометра Пуансо как нельзя более соответствовал геометрическому складу ума Н. Е. Жуковского, который мыслил только образами и для которого аналитические формулы были необходимы только тогда, когда с их помощью упрощалось изложение.

Приступив к преподаванию механики в университете, Н. Е. Жуковский перестроил его на основе своего опыта преподавания в Техническом училище. Он выбросил из курса аналитический мусор своих предшественников и основал преподавание механики на тех простых принципах, которые он почерпнул у Галилея, Ньютона, Гюйгенса и Пуансо. Его курс механики был настолько прост и понятен студентам, что получил распространение по всей России. И только изучив по литографированным запискам курс Н. Е. Жуковского, студенты приступали к изучению трудных курсов своих профессоров.

Постепенно сложился следующий курс лекций Н. Е. Жуковского по механике в университете. На втором курсе читались введение в механику¹ и динамика материальной точки, на третьем — аналитическая статика, динамика системы и теория притяжения. Кроме того, велись упражнения по механике, во время которых студенты решали простые задачи. Николай Егорович старался выбирать такие задачи, чтобы математический анализ был возможно прост и на первый план выступала механическая суть.

На четвертом курсе в осеннем полугодии читались гидростатика и начало гидродинамики, в весеннем — специальный курс, посвященный краткому изложению теории интегрирования уравнений механики и довольно подробному изложению динамики твердого тела, составлявшей один из любимых Николаем Егоровичем разделов механики. Сверх того, на четвертом курсе самим Николаем Егоровичем велись упражнения по ме-

¹ В этот курс входили кинематика и элементарная статика.



Н. Е. ЖУКОВСКИЙ ПРОФЕССОР (1885—1886 гг.)

ханике, в процессе которых решались более сложные задачи. Николай Егорович считал, что он сам должен руководить практическими занятиями студентов по механике, дабы проверить усвоение ими предмета и обеспечить им свое опытное руководство.

Параллельно с Н. Е. Жуковским читал курс практической механики экстраординарный профессор Ф. Е. Орлов, который организовал прекрасный механический кабинет и имел такое большое влияние на своих слушателей, что более половины дипломных сочинений на всем математическом отделении студенты писали под руководством Орлова. Только после смерти Орлова в 1892 г. к Николаю Егоровичу перешло заведывание механическим кабинетом Московского университета, и его влияние на студентов значительно возросло.

В противоположность Орлову, он стал развивать механический кабинет в экспериментальную лабораторию, в которой работали студенты университета над различными проблемами, преимущественно по гидромеханике.

Сначала число студенческих сочинений по механике, которые писались под руководством Николая Егоровича, было невелико, но потом оно возросло, и постепенно к нему стало обращаться за темами дипломной работы большинство способных студентов математического отделения. Однако Николай Егорович предъявлял очень высокие требования к студентам, которые хотели посвятить себя научной работе, и оставлял при университете для подготовки к профессорскому званию только действительно выдающихся людей, с которыми стоило заниматься и таланты которых он умел подметить со свойственной ему проницательностью. Среди таких избранников был прославившийся впоследствии Сергей Алексеевич Чаплыгин (1869—1942). Он окончил университет в 1890 г. и обратил на себя внимание своими блестящими способностями и удивительной глубиной своего ума. «Первоначальная его работа относилась к движению твердого тела в идеальной жидкости, где ему удалось в случаях Клебша и Кирхгоффа дать такие же простые геометрические интерпретации, какие дал Пуансо для движения по инерции в пустоте, и в двух своих прекрасных работах он показал, какую



С. А. ЧАПЛЫГИН

(портрет работы Делла-Вос Кардовской, 1934 г., пастель)

силою могут обладать остроумно поставленные геометрические методы исследования». ¹

По примеру Н. Е. Жуковского С. А. Чаплыгин занялся движением твердого тела, и ему принадлежат замечательные достижения по вопросам о движении неголономных систем. Его докторская диссертация «О газовых струях» стоит в тесной связи с работами Н. Е. Жуковского, но в ней он получил такие далеко идущие результаты, что его можно считать основателем газовой динамики. Он является одним из основоположников современной аэродинамики.

С 1902 г., когда Николай Егорович устроил первую аэродинамическую трубу, состав его учеников резко изменился. Среди них преобладали лица, работавшие в устроенной им лаборатории. Из них он производил выбор оставляемых при университете. Наиболее выдающимся был его талантливый ученик Б. М. Бубекин, безвременно погибший в 1916 г. при опробовании изобретенного им миномета. Последним учеником его по университету надо считать Н. Н. Бухгольца, впоследствии профессора механики Московского университета, который занял место Бубекина в лабораторных работах. Он занимался вопросами баллистики.

Николай Егорович очень заботился о преподавании практической механики в Московском университете. Для этого в университет были приглашены в качестве приват-доцентов профессора прикладной механики Технического училища: с 1893 по 1898 г. — Д. С. Зернов, а с 1899 по 1920 г. — Н. И. Мерцалов. Ими читались следующие курсы: начертательная геометрия с упражнениями, теория механизмов и общая теория машин, техническая термодинамика и теория тепловых машин, курс деталей машин с проектированием подъемных механизмов. Сверх того, читались приват-доцентские курсы: В. Коваленским — гидравлика и сопротивление материалов, Е. А. Болотовым — теория упругости, Д. Н. Горячевым — специальные курсы кинематики и статики, Г. Г. Апфельротом — задачи трех тел, И. В. Станкевичем — интегрирование уравнений механики, Л. С. Лей-

¹ Н. Е. Жуковский. Механика в Московском университете за последние 50 лет. Полн. собр. соч., т. IX.

бензоном — специальные курсы гидродинамики и теории турбин.

Сам Николай Егорович читал иногда и специальные курсы по вопросам, над которыми он в это время работал, например: центробежные регуляторы (1906 г.), теория регуляторов (1908—1909 гг.), аэродинамика с приложением к воздухоплаванию (1910—1911 гг.), внешняя баллистика (1916, 1917, 1918 гг.).

Целью этих курсов было вовлечение студентов в текущую научную работу Н. Е. Жуковского. Он много времени уделял беседам с работавшими у него студентами и старался приблизить их к правильному решению исследуемого вопроса.

Три дня в неделю — понедельник, среда и пятница — он бывал в университете, обычно с 9 до 4 часов, проводя свободное от лекций время в механическом кабинете или лаборатории.

Само собою разумеется, что Николай Егорович являлся главным оппонентом на всех диссертациях по механике, а также на некоторых диссертациях по физике и астрономии, носивших теоретический характер. Всем было известно, что в теоретических вопросах в области физики и астрономии он превосходил всех своих товарищей по факультету. Ряд диссертаций прошел под руководством Николая Егоровича, и за особую честь считалось получить ученую степень по механике из рук Н. Е. Жуковского. Так прошли докторские диссертации Г. К. Суслова, А. М. Ляпунова, С. А. Чаплыгина, Д. Н. Горячева, Д. Н. Зейлигера, магистерские диссертации Г. Г. Аппельрота, Н. Б. Делоне, Д. Н. Горячева, Е. А. Болотова, С. А. Чаплыгина, Н. С. Васильева, И. В. Станкевича, Л. С. Лейбензона. Выступая оппонентом, Николай Егорович тщательно изучал диссертацию, и это не раз давало ему повод к самостоятельным исследованиям, которые были иногда гораздо интереснее самих диссертаций.

Лекции свои он читал почти до самой смерти и ходил в университет до 1920 г.

Услуги, которые Николай Егорович оказал Московскому университету, очень велики, так как современная русская механическая школа есть всецело его создание. Не мало этому содействовали его замечательные курсы

в Московском университете, которые издавались в литографированном виде, а позднее, в 1938—1939 гг., были напечатаны в виде 5, 6 и 7-го томов серии учебников Н. Е. Жуковского в его Полном собрании сочинений.

3. Работа Н. Е. Жуковского в Московском математическом обществе

Вскоре после приезда из Петербурга в 1869 г. Николай Егорович стал прилежно посещать заседания Московского математического общества, членом которого он был избран в 1876 г. Общество это возникло из кружка учеников Н. Д. Брашмана, собиравшихся на его квартире. С начала 1867 г. Общество получило официальное утверждение, и первым президентом его был А. Ю. Давидов. Оно объединяло молодых математиков и механиков, работавших в Москве. В то время механика стояла очень близко к математике и многими рассматривалась просто как часть математики. Механики и математики отлично понимали друг друга. Особенно объединяло их то общее всем геометрическое направление, которое господствовало в Математическом обществе.

Николай Егорович всегда внимательно следил за докладами и постоянно участвовал в прениях по поводу их. Одаренный способностью почти мгновенного соображения, он умел подметить сильные и слабые стороны доклада и всегда понимал самую суть мысли докладчика. Первый его доклад в Математическом обществе 20 октября 1873 г. носил название «Два замечания к гидродинамике», и им открылась та непрерывная цепь докладов, которые Николай Егорович читал на протяжении почти полувека.

Все завоевания механики предстали перед членами Математического общества в докладах Николая Егоровича. Общество было свидетелем возникновения новых наук — аэродинамики Н. Е. Жуковского и газовой динамики С. А. Чаплыгина, мысль о которой тоже принадлежала его учителю, Н. Е. Жуковскому.

В 1903 г. Николай Егорович был избран вице-президентом Общества, а с 1905 г. он был его президентом до самой смерти. Поразительно, что уже в преклонных го-



МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ. В НЕМ Н. Е. ЖУКОВСКИЙ УЧИЛСЯ (1861—1868)
И БЫЛ ПРОФЕССОРОМ (1885—1921)

дах Николай Егорович отлично умел схватывать сущность докладов его бывших учеников, относившихся к самым новым областям математики. Его вопросы показывали, как глубоко он понимал сущность этих докладов, и было видно, что он, старик, идет в авангарде математической мысли. На могиле его проф. Б. К. Млодзеевским, его другом, от имени Московского математического общества были сказаны следующие прекрасные слова:

«Московское математическое общество имело Николая Егоровича своим бессменным президентом в течение многих лет. Во все это время он был поистине душою Общества, в нем все мы постоянно находили живой интерес к нашей работе, а молодые силы — поощрение и поддержку. Его научное дарование представляло счастливое соединение геометрической интуиции, чувства живой действительности и аналитического искусства, и это позволило ему еще более укрепить в Обществе ту широту научных интересов, которая была ему свойственна».

4. Мысли Н. Е. Жуковского о роли геометрии в механике

9 января 1894 г. происходило торжественное объединенное заседание Московского математического общества и IX съезда русских естествоиспытателей и врачей. На этом заседании Николай Егорович произнес прекрасную речь, проливающую яркий свет на то направление научной мысли, которое существовало в то время в Математическом обществе. Ввиду чрезвычайной важности этой речи мы приводим ее здесь целиком.

О ЗНАЧЕНИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ИСТОЛКОВАНИЯ В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

«На мою долю выпала честь сказать несколько слов в этом торжественном заседании. Я посвящаю их вопросу, о котором так много думал и который особенно близок мне как ученому — вопросу о значении геометрического толкования в теоретической механике.

«Я рассмотрю этот вопрос сначала с точки зрения чистой науки, потом с педагогической стороны.

«Механика при своем первоначальном развитии опиралась исключительно на геометрический метод. Механические исследования Архимеда, Галилея и Гюйгенса — геометрического характера. Весь строй изложения в «Принципах натуральной философии» Ньютона — чисто геометрический. В том же направлении шли работы последующих авторов: Бернулли, Айвори, Маклорена и др. Но, после того как Декарт дал способ выражать движение в пространстве по трем движениям на осях координат и анализ бесконечно малых, открытый Ньютоном и Лейбницем, вошел во всеобщее употребление, в исследованиях по теоретической механике стал все более и более преобладать аналитический метод, который в творениях Лагранжа и его последователей достиг своей высшей точки.

«Геометрическая постановка задачи заменилась составлением возможной работы, реакции связей — неопределенными множителями, изыскание движения отождествилось с задачей об интегрировании дифференциальных уравнений.

«Поощренные успехом, выразившимся рядом блестящих теорем в общей теории интегрирования уравнений динамики, представители аналитического метода стремились возможно шире ставить рассматриваемые вопросы, почти совершенно игнорируя их геометрическую и механическую стороны. Вследствие этого возникли аналитические трудности, иногда несколько не вызываемые сущностью дела. Данная механическая задача запутывалась и усложнялась вследствие отнесения ее к произвольной системе координат и упущения из виду той, которая всего ближе к ней подходит.

«Вращаясь в недоступной области общих интегралов дифференциальных уравнений данной задачи, авторы иногда упускали из виду ее пограничные условия и то обстоятельство, что при этих условиях решение доступно, потому что является частной формой искомого общего решения.

«Так, задача о движении твердого тела по инерции, хотя и разрешенная аналитически Эйлером, представлялась трудной и запутанной, а задачи гидродинамики, хотя и сведенные Эйлером и Лагранжем к уравнениям с частными производными, оставались без решения, так

как последнее неразрывно связывалось с отысканием общих интегралов этих уравнений.

«Здесь на помощь анализу снова явилось забытое на время геометрическое толкование. В своем изящном ме-муаре «*Théorie nouvelle de la rotation des corps*» Пуансо поставил себе задачей «изучать вещи сами в себе» и, следуя этому девизу, довел геометрическую интерпретацию рассматриваемого движения до той степени наглядности, при которой оно со всеми подробностями рисуется перед глазами читателя.

«По пути, указанному Пуансо, пошли позднейшие авторы — Мак-Куллах, Максвелл, Сильвестр и др. Дарбу обнаружил, что теорема Якоби разложения движения гироскопа на два движения вида Пуансо, полученная Якоби из рассмотрения интегралов этой задачи, может быть доказана геометрически на основании ее дифференциальных уравнений, и дал наглядную интерпретацию движения гироскопа.

«Подобным же образом геометрическое толкование сослужило важную роль в исследованиях по гидродинамике. В своем замечательном сочинении «*Über Integrale der hydrodynamischen Gleichungen*» Гельмгольц дает геометрическую интерпретацию интегралов гидродинамики, которые 20 лет раньше были найдены Коши и оставались без применения. Он развивает эту интерпретацию в учение о движении вихрей, которое легло в основание современной гидродинамики.

«Выяснилось весьма важное разделение движения жидкости на невихревое и вихревое. Выяснились совершенно неправильная погоня за общими интегралами уравнений гидродинамики и выдающаяся роль, которую в этой задаче играют границы жидкости: стенки сосуда и свободная поверхность.

«Здесь геометрическое толкование направило на верный путь анализ, указывая, что соответственно пограничным условиям должны быть подобраны и изучены функции, которые послужат для решения данной задачи.

«Таким образом, конец нашего столетия ознаменовался возвращением к геометрическому толкованию и соединением аналитического метода исследования с геометрическим. Механика сознательно пошла по тому пути, которого при своем возникновении держалась по

необходимости. При этом сбылось желание, высказанное Ампером, и изучение движения независимо от сил, его производящих, развилось в самостоятельную — кинематическую часть механики, образуя звено, соединяющее эту науку с геометрией.

«Что в кинематике первое место принадлежит геометрии, что в решении вопросов динамики геометрическое толкование играет важную роль для удачной постановки задачи и разъяснения смысла решения, найденного аналитическим путем, теперь признается всеми.

«Но может ли геометрический метод служить к разрешению новых, не доступных до сих пор задач динамики?

«Я побоюсь дать решительный ответ на этот вопрос, но укажу на данные, которые вселяют надежду на утвердительный ответ.

«Мы имеем много случаев, в которых геометрический метод давал полное решение задач, дифференциальное уравнение которых удавалось свести к квадратурам и аналитическим методам. Таковы: решение Ньютона о движении материальной точки под действием центральной силы; решение Пуансо о движении твердого тела по инерции; интерпретации Дарбу для движения гироскопа и найденная Делоне интерпретация движения в задаче С. В. Ковалевской — в случае, когда четвертый найденный ею интеграл распадается на два. К тому же типу принадлежит и изящная интерпретация движения твердого тела в жидкости, изложенная в сочинении Чаплыгина, увенчанном в этом году премией Брашмана. Эта интерпретация относится к так называемому «случаю Вебера», при котором существует четвертый алгебраический интеграл, и два остающихся интеграла находятся по принципу последнего множителя.

«Но можно указать на случай, в котором получается полное геометрическое решение задачи, хотя ее и не удалось свести к квадратурам.

«Таково указанное Гессом движение тела, в котором с аналитической стороны вопрос приводится к необинтегрированному уравнению первого порядка.

«Если присоединить к этому попытки некоторых ученых: Софуса Ли, Дюбуа Реймона и др., ввести геометрические интерпретации в самую теорию интегрирова-

ния дифференциальных уравнений, то мысль о будущей самостоятельной роли геометрии в решении не доступных до сих пор вопросов динамики не будет казаться слишком смелой.

«Как приближение к этой цели я могу указать на изыскания частных решений недоступной задачи, в которых геометрический метод особенно силен. Если бы нам удалось, например, к немногим частным решениям задачи о трех телах прибавить новые, то это познакомило бы нас ближе со свойствами неизвестного движения, а может быть, и раскрыло бы пути к его полному определению.

«Отстаивая достоинства геометрического метода исследования, я далек от мысли о его исключительности. Механика должна равноправно опираться на анализ и геометрию, заимствуя от них то, что наиболее подходит к существу задачи. Своими новыми методами: исследованием интегралов по дифференциальным уравнениям, изысканием признаков, при которых существуют алгебраические интегралы, и т. д., анализ дает нам могущественное орудие для разрешения задач динамики. Но последняя обработка решений задачи всегда будет принадлежать геометрии.

«Геометр всегда будет являться художником, создающим окончательный образ построенного здания.

«Я перехожу к значению геометрического толкования при преподавании механики. Если могут быть споры о самостоятельной роли геометрии при решении не доступных до сих пор задач динамики, то ее высокое значение в преподавании механики не подлежит сомнению.

«Ум изучающих весьма часто склонен к формальному пониманию. Я из своего педагогического опыта знаю, как часто запоминаются формулы без усвоения стоящих за ними образов. Как это ни кажется странным, но одним из затрудняющих вопросов является иногда вопрос о значении той или другой буквы в бойко написанной формуле.

«В этом отношении геометрическое толкование, предпочтение геометрического доказательства аналитическому всегда приносят пользу.

«Если формулы и подстановки некоторыми из изучающих легко запоминаются, то так же скоро они исче-

зают бесследно из памяти; но раз усвоенные геометрические образы, рисуящие картину рассматриваемого явления, надолго западают в голову и живут в воображении изучающего.

«Сравните, например, способы изложения теории притяжения эллипсоидов, данные Шалем и Дирихле. Оба способа одинаково прекрасны: один в области геометрии, другой в области анализа. Который из них ближе ознакомит изучающего с рассматриваемой задачей?

«Из способа Дирихле он узнает остроумный искусственный прием брать многократные интегралы, ничего общего с притяжением эллипсоидов не имеющий; способ же Шалля проведет его через теоремы Айвори, Маклорена и Лапласа, выясняющие существенные свойства рассматриваемого явления.

«Говоря о высоком значении геометрического толкования для преподавания теоретической механики, не скрою, что некоторые авторы геометрией злоупотребляют. Нагромождение кинематических теорем, так же как и нагромождение формул, только запутывает дело преподавания.

«Геометрическое толкование должно быть ясно и просто и должно всегда близко прилегать к рассматриваемой задаче, стремясь к изучению вещей самих в себе.

«Можно говорить, что математическая истина только тогда должна считаться вполне обработанной, когда она может быть объяснена всякому из публики, желающему ее усвоить. Я думаю, что если возможно приближение к этому идеалу, то только со стороны геометрического толкования или моделирования.

«Моделирование стоит рядом с геометрическим толкованием и представляет еще высшую степень наглядности.

«Прежде думали, что прибегать к моделям следует только при элементарном преподавании и что высшие науки, предлагаемые изучающим высшего развития, не нуждаются в этой степени наглядности. Но эта мысль едва ли справедлива, так как высшие науки часто являются очень сложными и с накоплением научного материала год от году усложняются. Модель, удачно построенная, является хорошим подспорьем даже и для разъяснения теоретического вопроса. Томсон сказал, что

явление только тогда может считаться вполне понятным, когда мы можем представить его на модели. Согласно этому английские и германские профессора все более и более начинают пользоваться при преподавании механики и математики моделями. Прошлой осенью Соединенное немецкое математическое общество устроило в Мюнхене выставку математических и механических моделей.

«По его примеру Московский университет устроил при настоящем съезде русских естествоиспытателей выставку своих механических моделей, которая была предложена вашему благосклонному вниманию.

«Московский университет всегда содействовал расширению своих механических и геометрических коллекций, а Московское математическое общество с вниманием рассматривало новые приобретения механического кабинета, которые обыкновенно демонстрируются в его заседаниях.

«Я окончу мою речь приветствием этому Обществу, которое никогда не являлось односторонним и равномерно поощряло аналитические и геометрические исследования, и выражением моего уважения перед Московским университетом, который считаю главным рассадником геометрического знания в нашем дорогом отечестве».

5. Работа Н. Е. Жуковского в Обществе любителей естествознания, антропологии и этнографии

С ранних лет Николай Егорович был большим любителем физики и не раз говорил своим ученикам: «А ведь я физику хорошо знаю». Он принимал деятельное участие в физическом кружке, организованном А. Г. Столетовым в 1870 г., и ему принадлежит несколько интересных исследований по теоретической физике.

С организацией Отделения физических наук Общества любителей естествознания (ОЛЕ), в 1881 г., он сделался его деятельным членом и постепенно превратил его в своеобразное механическое общество, так как он сам, целый ряд его учеников и много сторонних лиц делали здесь доклады на механические темы.

14 января 1883 г. Николай Егорович избирается това-



А. Г. СТОЛЕТОВ
(1839—1896)

рищем председателя Отделения физических наук ОЛЕ, а 18 марта 1889 г. — его председателем. Впоследствии он был вице-президентом всего Общества любителей естествознания. Деятельность Николая Егоровича была разнообразной. Он был постоянным посетителем всех собраний отделения и общих собраний Общества.

Несколько раз в год делал он доклады по самым разнообразным вопросам механики, физики и астрономии. Всего им сделано в отделении около 140 докладов.

Любопытно, что Николай Егорович отлично понимал экспериментальную физику и не раз делал физические эксперименты для выяснения того или иного занимавшего его вопроса. «Труды Отделения физических наук», издававшиеся под редакцией Н. Е. Жуковского, постепенно превратились в русский журнал по механике, который читали и заграничные механики, вроде Прандтля.

6. Ближайшие друзья Н. Е. Жуковского по Московскому университету и Математическому обществу

В своей научной и профессорской деятельности в Московском университете и Математическом обществе Николай Егорович тесно сблизился с некоторыми из профессоров университета. Такими близкими друзьями его стали его учителя В. Я. Цингер, Ф. А. Бредихин, А. Г. Столетов; его университетские сослуживцы, известные физики Н. А. Умов, П. Н. Лебедев, А. А. Эйхенвальд; его многочисленные ученики, среди которых выделялся С. А. Чаплыгин, преемник Николая Егоровича по кафедре в Московском университете с 1903 г.

Особенно близкие отношения связывали Н. Е. Жуковского с знаменитым русским физиком П. Н. Лебедевым. Николай Егорович живо интересовался работами Лебедева и входил во все подробности этих работ. Лебедев держал Николая Егоровича в курсе всех новейших исследований по физике. После одного из докладов Лебедева Николай Егорович шутя сказал: «Так, значит, я сам — фаза волны».

С особой теплотой вспоминал Николай Егорович о нашей известной ученой С. В. Ковалевской.

Повидимому, во время пребывания Софьи Васильевны в Москве они либо не были лично знакомы, либо в ту



С. В. КОВАЛЕВСКАЯ
(1850—1891)

эпоху Николай Егорович еще не был столь значительной величиной в математическом мире Москвы, чтобы привлечь внимание Ковалевской. Но впоследствии он близко познакомился с нею на Одесском съезде естествоиспытателей и врачей, где она делала в конце августа 1883 г. доклад о волне Френеля. Николай Егорович пишет: «О ней сохранились у меня самые отрадные воспоминания. Живая и жизнерадостная, она с одинаковой охотой говорила и о математике и о прогулках по морю. Впоследствии ей удалось разрешить одну из недоступных до нее задач механики и присоединить свое имя к именам великих геометров Пуансо и Лагранжа».¹

Впоследствии Николай Егорович, много работавший над вопросами динамики твердого тела, не раз вспоминал в беседах со своими учениками о незабвенном для него образе С. В. Ковалевской — той ученой женщины, которая, по его словам, «прославила русскую математическую науку».

¹ Из речи Н. Е. Жуковского 16 января 1911 г.

ГЛАВА I

НИКОЛАЙ ЕГОРОВИЧ ЖУКОВСКИЙ — ОТЕЦ РУССКОЙ АВИАЦИИ

1. Введение

Свое звание «отца русской авиации» Н. Е. Жуковский заслужил не последним десятком лет его блистательной работы в области аэродинамики и авиации, а непрерывными сорокалетними настойчивыми изысканиями во всей обширной области воздухоплавания, открывшимися его докладом 1 ноября 1881 г. в Политехническом обществе.

Чтобы получить ясное представление о грандиозном размахе его деятельности в области воздухоплавания в течение этих сорока лет, необходимо день за днем следить за нею, за все нараставшим потоком докладов, посвященных воздухоплаванию. Вот почему мы решили дать подробный перечень всех этих докладов, так ярко освещающих научное творчество Николая Егоровича в области любимой им науки — авиации. Эта летопись его деятельности необходима для уяснения себе права Н. Е. Жуковского на славное звание «отца русской авиации», данное ему Владимиром Ильичом Лениным.

2. Детские мечты и первые научные работы по вопросам воздухоплавания

Еще в ранней юности Николай Егорович увлекался мыслью летать по воздуху, как «птички летают». Он с увлечением прочел известные романы Жюль Верна, в которых смелые изобретатели управляемого аэростата или

геликоптера совершали отважные путешествия по воздуху.

Может быть, эта мечта была одною из побудительных причин его стремления поступить в Институт инженеров путей сообщения — первую высшую техническую школу тогдашней России.

Московское техническое училище, открытое в 1868 г. в год окончания Н. Е. Жуковским университета, представляло собою только еще зарождавшуюся техническую школу.

Постепенно Николай Егорович сложился в высокообразованного механика-теоретика, достаточно подготовленного, чтобы приступить к решению теоретических задач в области воздухоплавания.

Первое известное в литературе сообщение Николая Егоровича по воздухоплаванию состоялось 1 ноября 1881 г. в Политехническом обществе. Это был доклад «По поводу брошюры Мерчинского об аэростатах». Николай Егорович еще долгое время интересовался вопросами управления аэростатом, так как возможность построения летательных машин тяжелее воздуха в то время не была очевидна. Поэтому он не оставлял мысли об управляемом аэростате и поддерживал тесный контакт с главными деятелями военного воздухоплавательного парка, полковниками А. М. Кованько и М. М. Поморцевым.

Лишь после того как в 1893 г. Отто Лилиенталь совершил первые удачные полеты на построенном им планере, Николай Егорович пришел к твердому убеждению, что его старая заветная идея о возможности построения летательных машин тяжелее воздуха осуществима и что не далек тот день, когда аэропланы будут гордо реять по воздуху.

Следующее сообщение по воздухоплаванию Николай Егорович сделал в физико-математической комиссии Отделения физических наук Общества любителей естествознания 1 ноября 1885 г. на тему «Описание прибора Мосцицкого».

Летом 1889 г. Николай Егорович участвовал во Всемирном воздухоплавательном конгрессе в Париже и привез оттуда богатый материал о современном состоянии воздухоплавания. Сохранились его письма к родным из Парижа, выдержки из которых приводим.

...Все меня интересующее я уже осмотрел и теперь приму участие в конгрессах. Конгресс воздухоплавателей, на который я уже записался, начнется завтра».

«Paris 1889, Août 4 (н. ст.)

...Конгресс аэронавтов кончается сегодня обедом в Медоне, на который я отправляюсь по железной дороге в 4 часа. Был он очень интересен, и я имел счастье сидеть рядом с знаменитыми воздухоплавателями Тиссандье, Бриссонэ и другими...»

3. Теоретические работы над вопросами летания и полеты О. Лилиенталя

В 1889 г. было напечатано знаменитое сочинение О. Лилиенталя «Der Vogelflug, als Grundlage der Fliegekunst». Николай Егорович глубоко изучил эту книгу и, располагая новыми экспериментальными данными Лилиенталя, смело приступил к теоретическому решению вопроса о летании. Первые теоретические мысли свои он изложил 3 ноября 1889 г. в физико-математической комиссии Отделения физических наук ОЛЕ, в несохранившемся докладе «Некоторые теоретические соображения о летальных приборах». Тогда же в университетском механическом кабинете начались первые экспериментальные исследования по различным вопросам воздухоплавания — испытывались различные модели летательных машин и строились небольшие аэродинамические аппараты.

На происходившем в Петербурге в январе 1890 г. VIII съезде русских естествоиспытателей и врачей Николай Егорович сделал доклад «К теории летания».¹ В этом докладе Н. Е. Жуковский уже ясно ставит вопрос: откуда берется подъемная сила? Ответ на этот вопрос он получил лишь в октябре 1904 г., когда он открыл свою гениальную теорему о подъемной силе.

Журнал Русского физико-химического общества, т. XXII. 1890.

В том же году Николай Егорович делает в Отделении физических наук ОЛЕ доклад «Об исследованиях О. Ли-лиенталя о летании» и демонстрирует прибор для исследования удара жидкости с вращающееся тело (26 октября); 19 декабря там же читает доклад «Новые исследования о летании», сопровождая его демонстрацией картин на экране.

В 1891 г. Николай Егорович сделал уже четыре сообщения по воздухоплаванию: 12 сентября он рассказал в Отделении физических наук ОЛЕ о своих работах по изысканию и значению центра парусности и демонстрировал изобретенный им флюгерный аппарат; 5 октября сделал сообщение на ту же тему в Политехническом обществе; в октябре и декабре он доложил в Математическом обществе свою работу «О парении птиц», в которой впервые была доказана возможность осуществления мертвой петли.¹ Впоследствии эта первая крупная научная работа Н. Е. Жуковского по воздухоплаванию, намного опередившая свое время, послужила основой всей динамики скользящего полета, и только тогда она была оценена по достоинству.

19 мая 1892 г. Николай Егорович сделал доклад в Математическом обществе «По поводу летательного снаряда Чернушенко». Один доклад был им сделан в 1893 г. — «Заметка по аэростатике» (в Отделении физических наук, ОЛЕ, 19 ноября).

В 1894 г. Николай Егорович сделал шесть докладов, посвященных летательным машинам тяжелее воздуха. Его обзорный доклад «О новом выдающемся открытии в области воздухоплавания» был заслушан на соединенном заседании IX съезда русских естествоиспытателей и врачей и Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии 7 января. 10 января он демонстрировал членам IX съезда аппараты по сопротивлению воздуха и воздухоплаванию и объяснял их. Далее последовали два сообщения о летательном аппарате Вельнера в Отделении физических наук ОЛЕ (18 февраля) и в Политехническом обществе (19 марта).

В Политехническом обществе Николай Егорович одновременно изложил теорию летания, предложенную

² Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. IV, вып. 2, 1892.

Д. К. Черновым, о котором Н. Е. отзывался самым благоприятным образом.

Как раз в это время знаменитый английский инженер Хирам Максим, заработавший большие деньги на изобретенном им пулемете, на свои средства спроектировал и построил полиплан, двигателем которого служила паровая машина с котлом необыкновенно легкой конструкции. Он производил свои опыты на специально устроенном аэродроме.

Николай Егорович сделал два доклада, посвященные этой оригинальной машине, — 30 сентября в Отделении физических наук и 19 ноября в Политехническом обществе.

Осенью 1895 г. Николай Егорович лично присутствовал на полетах Отто Лилиенталя. Встретились два великих представителя авиации, никогда больше не увидевшие друг друга, так как 9 августа (н. ст.) 1896 г. Лилиенталь погиб при неудачном полете. Но остался жить отец русской авиации Н. Е. Жуковский, который окончательно убедился в осуществимости механического полета, и отныне вся его дальнейшая деятельность направилась по пути теоретического обоснования авиации.

В 1895 г. Николай Егорович сделал три сообщения по воздухоплаванию. 24 марта он демонстрировал на заседании Отделения физических наук ОЛЕ ряд фотографических снимков, относящихся к вопросу о летании; 21 ноября прочел публичную лекцию, организованную Техническим училищем, — «Летательный аппарат О. Лилиенталя»; 27 декабря состоялось его сообщение в отделении физических наук ОЛЕ «О летательном спорте». В том же году Николай Егорович опубликовал прекрасную статью «О летательном аппарате Отто Лилиенталя»¹.

6 марта 1896 г. состоялся первый доклад Н. Е. Жуковского в воздухоплавательном отделе Российского технического общества в Петербурге «О летательном спорте», который встретил одобрение членов Общества; было постановлено просить Николая Егоровича выписать для Общества крылья Лилиенталя и сообщать отделу дальнейшие результаты своих исследований по летанию.

15 октября 1896 г. в Отделении физических наук

¹ Фотографическое обозрение, № 1, 1895.

ОЛЕ Николай Егорович докладывал о гибели воздухоплавателя Отто Лилиенталя. Он был потрясен смертью этого нового Икара и в глубоко прочувствованной речи сказал: «...у любителей воздухоплавания останется в памяти, что был «летающий человек», который в продолжение трех лет совершил множество полетов... они вспомнят, что полеты этого летающего человека были продуманы теоретически, проверены на практике»¹.

В том же году была опубликована статья Николая Егоровича «О невыгоднейшем угле наклона аэроплана»².

4 Дальнейшие работы в области воздухоплавания. Международный конгресс в Париже 1900 г.

Осенью 1898 г. Н. Е. Жуковский организовал на X съезде русских естествоиспытателей и врачей, происходившем в Киеве, воздухоплавательную подсекцию. Будучи председателем этой подсекции, Николай Егорович всю весну и лето был занят подготовкой этого по существу первого в России съезда любителей воздухоплавания. Работа воздухоплавательной подсекции прошла весьма успешно. Николай Егорович сделал на заседаниях съезда следующие доклады: 24 августа — «Новый способ исследования движения твердого тела в жидкости»; 25-го — «О воздухоплавании»; 26-го — «О связи метеорологии с воздухоплаванием»; 27-го — «О центре парусности»; 28-го — «Новый пропеллер крылатой формы». В том же году была напечатана речь «О воздухоплавании»³. Был также опубликован доклад «О крылатых пропеллерах»⁴.

Кроме докладов на X съезде, Николай Егорович в этом же году (3 декабря) сделал сообщение в Отделении физических наук ОЛЕ «О сопротивлении воздуха при больших скоростях».

В 1899 г. Николай Егорович сделал два доклада о летательной машине Херринга (25 сентября в Политехническом обществе и 14 сентября в Отделении физиче-

¹ Воздухоплавание и исследование атмосферы, вып. 1, 1897.

² Там же.

³ Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. IX, вып. 2, 1898.

⁴ Воздухоплавание и исследование атмосферы, № 4, 1898.

ских наук ОЛЕ), а также сообщил 4 ноября в Отделении физических наук ОЛЕ о последних полетах К. Я. Данилевского, сопровождая чтение демонстрациями на экране.

В 1900 г. в Париже происходили Всемирная выставка и Международный воздухоплавательный конгресс. Николай Егорович принял деятельное участие в этом конгрессе. Своими впечатлениями он делится в письмах к матери, выдержки из которых мы приводим.

17 сентября (н. ст.) 1900 г.

«Милая мама!

Два дня провел уже я на заседаниях и демонстрациях воздухоплавательного конгресса. Открылся он в Медоне 15 сентября по новому стилю, а 16-го было заседание секции в Академии Наук. С теоретической стороны конгресс представляет не особенно важную силу, но с демонстративной он обставлен особенно эффектно. Вчера вечером был конкурс баллонов (кто пролетит всего далее) в Венсенском лесу. Конкурс производился от Парижского аэроклуба, и в нем принимал участие 31 шар, между которыми были громадные шары до 3000 куб. метр. вместимостью.

Зрелище было небывалое: все небо заполнено летающими шарами. Герольд в трубу кричал, как во времена турниров: «отъезд виконта де Ронвил, флаги — красный и синий с белым» и т. д. От аэроклуба было подано шампанское и сладкое угощение...

Вечером в Венсенском лесу была громадная иллюминация и фейерверк. Я встретил на воздухоплавательном конгрессе много русских: Джевецкого, Лейста, Романова, Ханского и др. Очень жаль, что Кованько и Поморцев не приехали. Сегодня мы поедем осматривать Медонский воздухоплавательный парк...»

20 septembre 1900 (н. ст.)

«...Вчера был банкет, который парижский аэроклуб давал конгрессу. На этом банкете, который начался заседанием в прекрасном помещении клуба, одна молодая девица Mademoiselle Plompke (аэронавт и астро-

ном) читала про свой полет на шаре для наблюдения падающих звезд. Прочитала скромно, но очень изящно. Аэроклуб состоит из виконтов и графов, которые вместо чем заниматься политикой, пустились на автомобильный и воздухоплавательный спорт. Вчера утром смотрели на направляемый шар Santosse-Dumont'a, который имеет лететь из Медоны кругом башни Эйфеля. Santosse-Dumont при нас делал пробные полеты. Вообще с практической стороны дело летания на конкурсе обставлено чрезвычайно интересно...»

30 сентября Николай Егорович сделал в Политехническом обществе доклад о Парижской выставке и особенно подробно остановился на ее воздухоплавательном отделе. Доклад сопровождался многочисленными демонстрациями на экране.

Между тем дирижаблестроение делало большие успехи; были построены управляемые аэростаты мягкой или полужесткой конструкции во Франции, и изобретены дирижабли неизменяемой формы инженером Цеппелином в Германии. Николай Егорович весной 1901 г. сделал два доклада о полетах дирижаблей системы Цеппелина (1 февраля в Отделении физических наук и 3 февраля в Политехническом обществе), а осенью в тех же обществах — о полетах дирижабля Сантос-Дюмона (5 октября в Отделении физических наук и 20 октября в Политехническом обществе).

5. Аэродинамическая лаборатория Н. В. Жуковского в Московском университете

7 марта 1902 г. Николай Егорович демонстрировал в Отделении физических наук ОЛЕ прибор Мейдингера относительно тяги воздуха.

В механическом кабинете Московского университета Николай Егорович уже давно начал свои аэродинамические исследования. Для экспериментальных работ служила видоизмененная машина Атвуда, установленная в вестибюле университета. На этом приборе в 1896 г. были сделаны ценные исследования над сопротивлением конусов учениками Николая Егоровича, студентами Московского университета В. В. Кузнецовым и Андре.

В 1902 г. Николай Егорович построил в университете маленькую аэродинамическую трубу для искусственного потока воздуха, длиною в 7 м с квадратным сечением 0.75×0.75 см². Она была одной из первых всасывающих аэродинамических труб, построенных в Европе. В этой трубе, не имевшей ни коллектора, ни диффузора, с простым рыночным вентилятором осевой системы, Н. Е. Жуковский начал свои первые настоящие аэродинамические исследования. Одновременно был построен изобретенный им аппарат для испытания геликоптерных винтов.

1902 год был переломным в работах Н. Е. Жуковского; он получил теперь возможность устремить все свои силы на решение великой задачи авиации, занимавшей умы передовых представителей науки и техники в течение многих веков. Студенты университета охотно помогали Николаю Егоровичу в его экспериментальных исследованиях и создании первых аэродинамических приборов. Все свое свободное время Николай Егорович проводил в лаборатории около своей трубы. За 1903—1904 гг. им были выработаны и первые методы аэродинамических измерений.

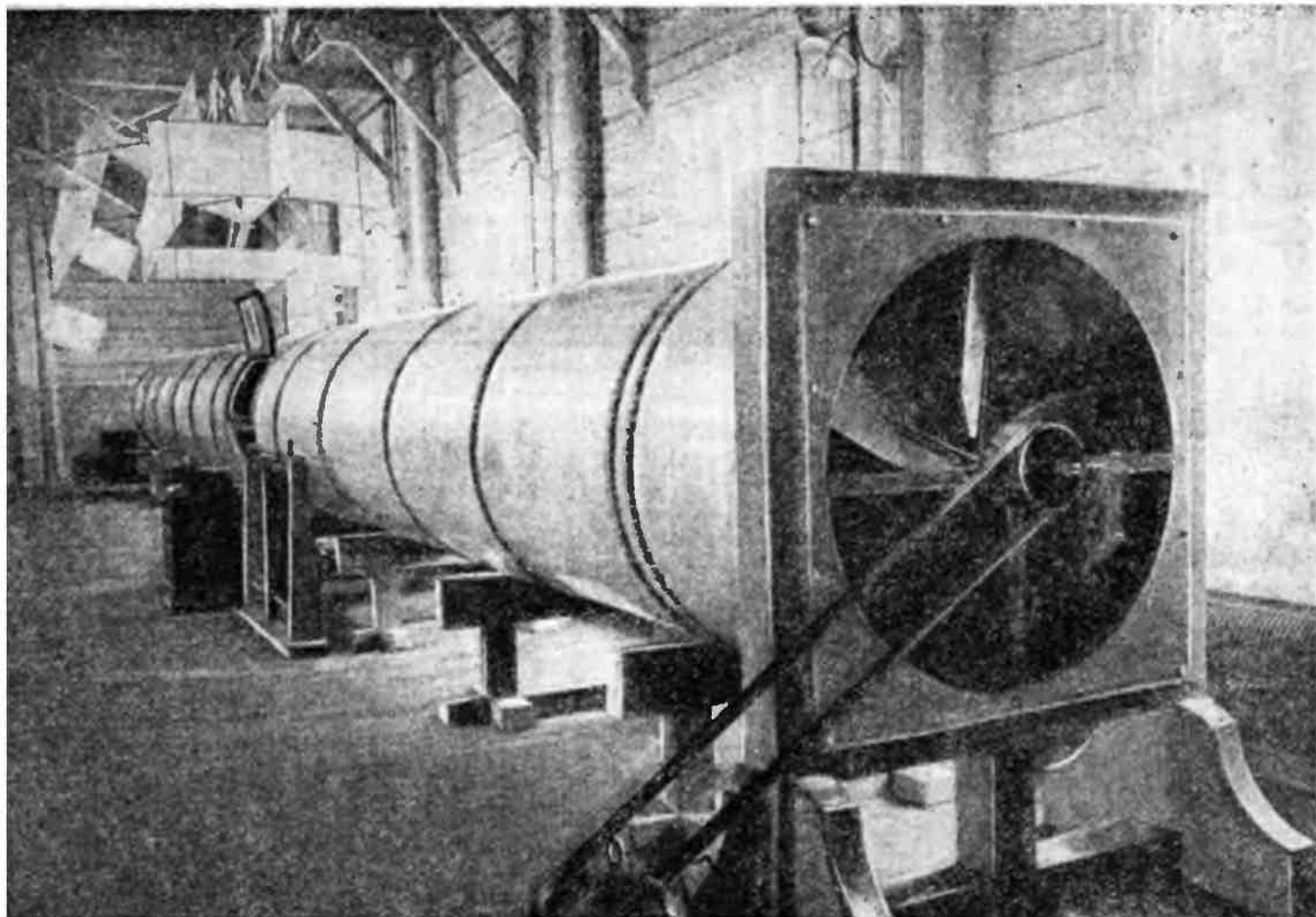
Осенью 1904 г. в Петербурге происходил IV съезд Международной воздухоплавательной комиссии. Николай Егорович, участник съезда, 1 октября доложил Отделению физических наук о работах этого съезда и предложил организовать при отделении воздухоплавательную секцию. Предложение было принято, и 11 ноября в специальном заседании отделения по докладу Николая Егоровича была принята инструкция этой новой комиссии. 2 декабря состоялись первые доклады Николая Егоровича в воздухоплавательной комиссии при Отделении физических наук: «Новости по воздухоплаванию за последнее время», «Теория винта, работающего на растяжение», «Рассмотрение геликоптера Мотылева». Кроме того, в 1904 г. им были сделаны два доклада в Политехническом обществе: «О гребном винте, работающем на растяжение» и «К вопросу о воздухоплавании» (дата не установлена), и 19 октября в Математическом обществе доклад «Траектория воздушного змея».

6. Постройка по проекту Жуковского аэродинамического института в Кучине

В этом же 1904 г. под руководством Н. Е. Жуковского был построен в Кучине (ст. Московско-Нижегородской ж. д.) первый в Европе аэродинамический институт (в Америке уже был аэродинамический институт, руководимый известным физиком Ланглеем).

В конце 1903 г. двум американским механикам, владельцам мотоциклеточной мастерской в Дейтоне, братьям Вильбур и Орвил Райт удалось пристроить облегченный мотоциклеточный мотор к планеру американского инженера Октава Шанюта, их учителя. На этом планере был уже руль высоты, изобретенный Шанютом, и благодаря усовершенствованиям братьев Райт он представлял собою биплан чрезвычайно оригинальной конструкции. На нем было совершено много удачных скользящих полетов. С постановкой мотора можно было совершать механический полет, и 17 декабря (н. ст.) 1903 г. братья Райт совершили первый в истории человечества удачный полет с механическим двигателем около 15 л. с. Первый полет, покрывший расстояние в 260 метров, продолжался около минуты. В начале 1904 г. в Европе стало известно о первых полетах братьев Райт; во Франции возникла группа ученых и инженеров, которая начала под руководством полковника Фербера заниматься авиационными вопросами и строить свой собственный тип аэроплана независимо от братьев Райт. Стало известно об этом полете и у нас в России. Для Николая Егоровича, давно убежденного в возможности механического летания, не было ничего удивительного в этих полетах, и он с восторгом рассказывал о них своим ученикам в университете, в Техническом училище и Практической академии коммерческих наук, где он преподавал механику.

В мае 1904 г. один из его учеников по Практической академии, Д. П. Рябушинский, обратился к Николаю Егоровичу с предложением дать значительную сумму денег, бывшую в его распоряжении, на постройку аэроплана. Но Николай Егорович считал, что немедленная постройка аэроплана невозможна: нужно было произвести значительные предварительные опыты как по выбр-



АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ТРУБА КУЧИНСКОГО ИНСТИТУТА

ру типа аэроплана (биплан или моноплан), так и по созданию мотора.

Именно тогда Николай Егорович, глубоко понимавший существо дела, сказал своим ученикам, что мотор есть сердце самолета. Ему удалось убедить своего нетерпеливого ученика построить предварительно аэродинамический институт, чтобы добыть недостающие для проектирования самолета научные данные. Под общим руководством Н. Е. Жуковского инженеры К. А. Есипов, Рыздзевский и другие спроектировали деревянное двухэтажное здание лаборатории с пятиэтажной башней на одном конце ее. По указанию Н. Е. Жуковского его учеником, инженером Л. С. Лейбензоном (автором настоящей книги) было спроектировано и построено все аэродинамическое оборудование лаборатории. Была создана первая в России большая аэродинамическая труба длиной в 14.5 м и диаметром в 1.2 м. Воздух высасывался вентилятором «Сирокко».

С целью спрямления потока на всасывающем конце трубы был установлен цилиндрический колпак. По идее Николая Егоровича для исследования работы воздушных винтов Л. С. Лейбензоном был построен специальный прибор. При испытании одного из деревянных винтов, сконструированных учеником Н. Е. Жуковского, С. С. Неждановским, произошел несчастный случай, едва не стоивший жизни Николаю Егоровичу: отломавшаяся лопасть винта пронеслась в самом незначительном расстоянии над его головой.

В кучинской лаборатории велись многочисленные исследования по вопросам аэродинамики. Механиком лаборатории был А. С. Сергеев, приложивший не мало труда к быстрому исполнению в специально оборудованной механической мастерской заказанных Николаем Егоровичем приборов. Осенью 1904 г. С. С. Неждановский построил большие коробчатые змеи и производил с ними опыты, определяя силу тяги при различных скоростях ветра.

На основании полученных опытных данных Николай Егорович приступил к проектированию самолета коробчатой конструкции, двигателем которого должен был служить мотор фирмы Антуанетт, выписанный из Франции. Однако Николай Егорович решил построить свой

собственный мотор, действующий реакцией вытекающего нагретого воздуха. На обоих концах двухлопастного винта помещалось по одному двигателю. Двигатель имел рабочую камеру сгорания для смеси воздуха, засасываемого при вращении винта, и паров спирта, подаваемого от втулки винта. Это была идея ранней молодости Н. Е. Жуковского, когда он хотел заниматься машинами, работающими нагретым воздухом. Однако опыты с дурно построенной моделью при малом числе оборотов винта дали плохие результаты, и гениальная идея была оставлена.

Вследствие разногласий с Д. П. Рябушинским Н. Е. Жуковский и Л. С. Лейбензон в начале 1905 г. прекратили работу в лаборатории.

7. Открытие теоремы о подъемной силе крыла и дальнейшие работы

Лето и осень 1904 г. Николай Егорович продолжал усиленно думать о причинах возникновения подъемной силы. Приехав однажды в институт в праздничный день — 1 октября и гуляя в поле, он пришел к гениальной по простоте идее о присоединенных вихрях, объясняющей причину возникновения подъемной силы крыла самолета. Однако идея была так оригинальна, что не сразу великий автор смог развить ее. Только через год — 15 ноября 1905 г. он прочел в Математическом обществе свой доклад «О присоединенных вихрях», а опубликовал эту работу в 1906 г.¹ Здесь была впервые доказана знаменитая теорема Жуковского о подъемной силе.

В этом же году Николай Егорович написал свою статью «О падении в воздухе продолговатых легких тел, вращающихся около своей продольной оси».

27 февраля 1906 г. Николай Егорович сделал доклад «Памяти воздухоплавателя Шарля Ренара» на совместном заседании воздухоплавательной комиссии и Отделения физических наук. С 22 по 28 октября (н. ст.) того же года он принимал участие в воздухоплавательном конгрессе в Милане. Во время этого путешествия он посетил немецкое воздухоплавательное общество в Берлине

¹ Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. XIII, вып. 2, 1906.

К этому времени университетская аэродинамическая лаборатория значительно расширилась. В ней появились новые приборы, придуманные Н. Е. Жуковским, в том числе очень остроумный прибор для испытания геликоптерных винтов.

Николай Егорович мечтал о постройке новой большой аэродинамической трубы, более совершенной, нежели кучинская, фактически выпавшая из его ведения.

23 декабря 1907 г. Николай Егорович сделал блестящий доклад на первом Менделеевском съезде в Петербурге, посвященный работам великого химика Д. И. Менделеева по сопротивлению жидкостей и воздухоплаванию¹.

В 1908 г. продолжались работы по аэродинамике в университетской лаборатории. Одну из этих работ, сделанных студентами Эйгесом и Загородиным, Николай Егорович доложил на соединенном заседании Отделения физических наук ОЛЕ и Воздухоплавательной комиссии 24 января 1908 г. В сентябре, в Математическом обществе, он сделал доклад «О подсасывающем действии потока воздуха на пластинку», а в ноябре прочел в Киеве публичную лекцию «Успехи воздухоплавания в 1908 г.»

8. XII съезд русских естествоиспытателей и врачей в Москве. Постулат Жуковского — Чаплыгина

Просьбы, с которыми Николай Егорович обращался в Министерство народного просвещения об ассигновании денег на расширение старой университетской аэродинамической лаборатории (постройки новой трубы) и на создание новой лаборатории путем постройки флигеля позади здания университета, не встретили никакой поддержки. Попрежнему он тратил свои личные средства на оборудование университетской лаборатории. Неожиданно была получена небольшая помощь со стороны вновь учрежденного Общества содействия успехам опытных наук и их практических применений им. Х. С. Леденцова. Николай Егорович был избран почетным членом Совета Общества и председателем экспертной ко-

¹ Труды I Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Журнал Русского физико-химического общества, т. XLI, 1909.

миссии отдела воздухоплавания. Он принимал деятельное участие в работах этого Общества.

В начале осени 1909 г. в стенах Технического училища по инициативе самих студентов возник воздухоплавательный кружок. Почетным председателем кружка согласился стать Н. Е. Жуковский, очень много помогавший кружку с самого начала его существования своими советами и руководством. В осеннем семестре 1909 г. Николай Егорович, обративший серьезное внимание на интерес студентов Технического училища к вопросам авиации, начал читать общий курс теоретических основ воздухоплавания. Это знаменательная дата в истории нашей авиации: в день, когда Н. Е. Жуковский начал читать свой курс, было заложено основание Московскому авиационному институту и Военно-воздушной академии.

В ноябре Николай Егорович ездил в Киев и прочел там (9 ноября) публичную лекцию «О грузоподъемности летательных машин». С 28 декабря 1909 г. по 5 января 1910 г. в Москве происходил XII съезд русских естествоиспытателей и врачей. На съезде была организована подсекция воздухоплавания, председателем которой был Николай Егорович, произнесший вступительную речь 31 декабря. Он сделал на съезде четыре доклада: 30 декабря — «Применение метода Кирхгоффа к расчету аэропланов», 31 декабря — «Грузоподъемность летательных машин, и вихревая теория гребного винта», 2 января — «Современное состояние аэродинамики в связи с воздухоплаванием», 3 января — «Устойчивость летательных машин».

На этом съезде были сделаны блестящие доклады: В. А. Стекловым «Об уравнениях математической физики», Г. В. Колосовым — «Плоская задача математической теории упругости» и С. П. Тимошенко — «Применение метода нормальных координат к исследованию изгиба стержней и пластинок», вызвавшие оживленную дискуссию. При обсуждении докладов Н. Е. Жуковского между ним и С. А. Чаплыгиным произошел оживленный обмен мнений, из которого выяснилось, что оба они пришли к одному и тому же методу определения неизвестной величины циркуляции, которая фигурирует в знаменитой формуле для величины подъемной силы

крыла аэроплана, открытой Н. Е. Жуковским в 1904 г. и обнародованной им в 1906 г.

Тут же после заседания Николай Егорович и Сергей Алексеевич показали друг другу тождественные результаты, доложить которые все еще не решался Н. Е. Жуковский.

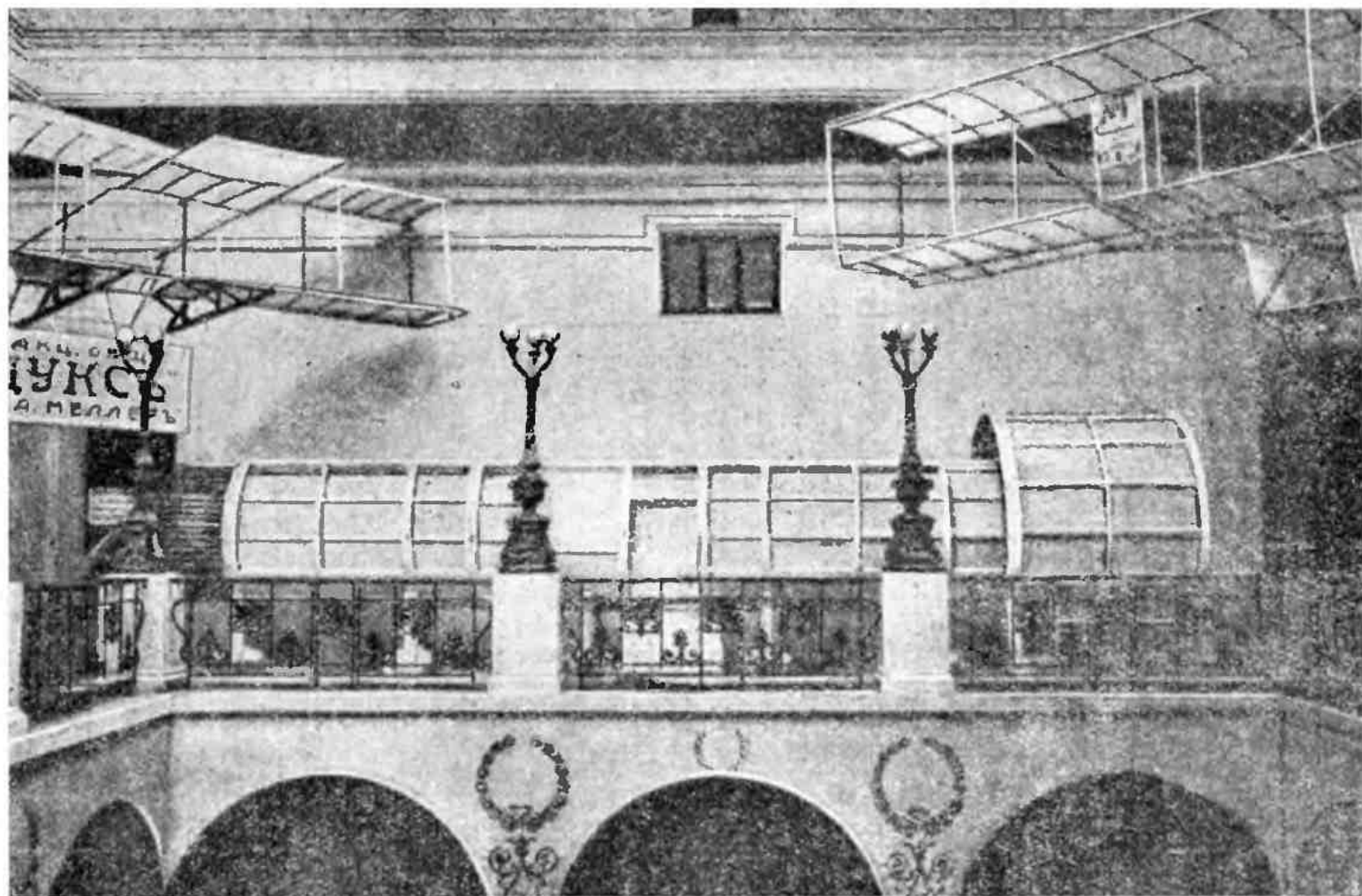
Воспитанный своими учителями в духе ньютоновской механики, Жуковский должен был сделать новый смелый шаг вперед и добавить новый постулат, так называемый «постулат Жуковского — Чаплыгина», для эффективного определения подъемной силы крыла.

В этот день силами русских ученых было положено начало новой науки — аэродинамики.

9. Новая аэродинамическая лаборатория Жуковского в университете

В 1910 г. на средства, отпущенные Леденцовским обществом, Николай Егорович построил в Московском университете большую аэродинамическую трубу, с внутренним диаметром 1.6 м и длиной 10 м. Воздух высасывался вентилятором «Сирокко». Под руководством Б. М. Бубекина студенты произвели на этой трубе целый ряд весьма важных исследований по аэродинамике, и в течение нескольких десятков лет все исследования по аэродинамике в Московском университете велись на этой трубе.

Одним из замечательных результатов работ аэродинамической лаборатории университета в 1910 г. было экспериментальное доказательство теоремы С. А. Чаплыгина, согласно которой подъемная сила не зависит от глубины поддерживающих планов, а только от стрелки прогиба. В этом же году Николай Егорович устроил в аэродинамической лаборатории совершенно новую установку для экспериментальных работ по газовой динамике. Она состояла из клепаного котла емкостью в 3.5 м³, в который специальным компрессором нагнетался воздух до давления в 10 атм. Николай Егорович имел в виду вести исследования как по вопросам истечения газа через сопла, так и по вопросам о давлении воздуха на обтекаемые тела при очень больших скоростях.



АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Таким образом, уже в это время он начал экспериментальные исследования по газовой динамике, завершить которые ему не было суждено.

10. Основание аэродинамической лаборатории в Техническом училище

В 1910 г. Николай Егорович при поддержке Леденцовского общества устраивает аэродинамическую лабораторию в Техническом училище. Она была основана еще в 1909 г. благодаря энергичной работе студенческого воздухоплавательного кружка. Пользуясь накопленным опытом, Николай Егорович осуществил в ней более совершенные установки, чем в лаборатории Московского университета. Эта лаборатория вскоре стала первой лабораторией России по своему оборудованию, и из нее выросли лаборатории Московского авиационного и Центрального аэрогидродинамического институтов.

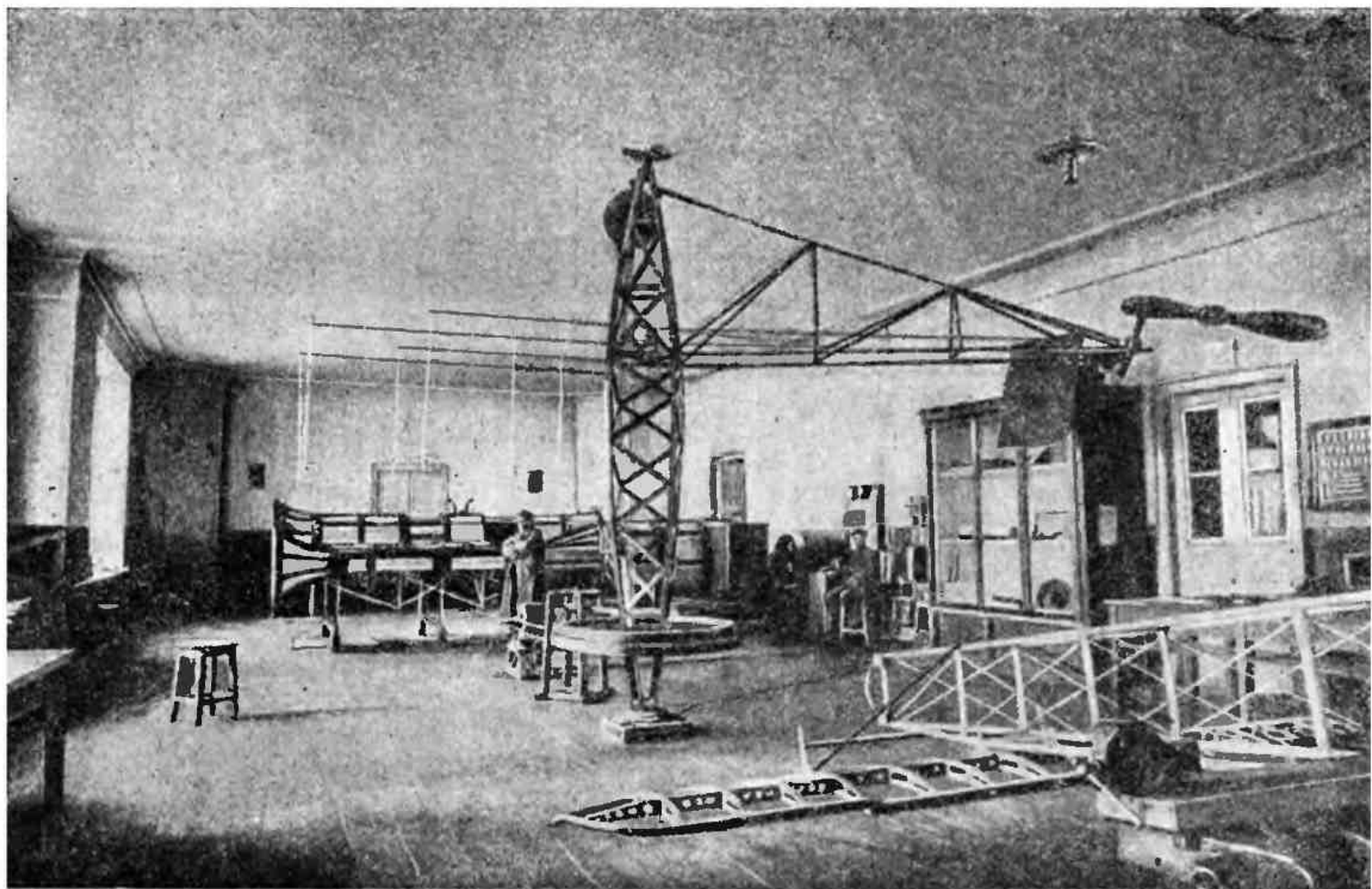
Одновременно Николай Егорович вел большую работу по созданию Московского общества воздухоплавания, где он был председателем научно-технического отдела. В связи с этой работой он прочел ряд докладов. Он редактировал отдел воздухоплавания журнала «Автомобиль и воздухоплавание» и выпускал под своей редакцией «Бюллетени Московского общества воздухоплавания».

11. Аэродинамические работы Н. Е. Жуковского, основанные на новом постулате, и начало преподавания теоретических основ аэродинамики

Пользуясь установленным им и С. А. Чаплыгиным постулатом, Николай Егорович опубликовал в этом году две теоретические работы на немецком языке: «Über die Konturen der Tragflächen der Drachenflieger» в «Zeitschrift für die Flugtechnik und Motorluftschiffahrt», Н. 22, 1910 и «Geometrische Untersuchungen über die Kutta'sche Strömung», Art. 1.¹

Публикация первой статьи имела существенное зна-

¹ Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. XV, вып. 1, 1910.



АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧИЛИЩА

чение. Она установила за Н. Е. Жуковским во всем мире приоритет открытия постулата Жуковского. Этот постулат с тех пор носит во всей международной литературе имя Жуковского, как дань международного признания русскому гению.

В 1911 г., продолжая работать в Московском обществе воздухоплавания, Николай Егорович ведет интенсивную работу в обеих аэродинамических лабораториях. Одновременно он читает курс «Теоретические основы воздухоплавания» в Университете и Техническом училище. Вокруг него собираются многочисленные ученики, чтобы работать в новой отрасли человеческого знания — аэродинамике, созданной Н. Е. Жуковским.

Все возникающие в России лаборатории копируют установки Николая Егоровича и пользуются его методами исследования.

Таким образом, он является основателем не только теоретической, но и экспериментальной аэродинамики. Все наши аэродинамические лаборатории, где бы они ни были в Советском Союзе, — потомки тех двух скромных лабораторий, которые построил Н. Е. Жуковский в Университете и в Техническом училище. Он по справедливости — отец русской аэродинамики, которая возникла в нашей стране силою его гения независимо от иностранных влияний и много лет двигалась своими независимыми путями.

В 1911 г. им прочитана серия докладов по аэродинамике: «О центре давления плоских изогнутых планов по теории Кутта и Чаплыгина» (в Математическом обществе, 15 марта), «О поддерживающих ~~планах~~ аэропланов» (там же, 18 марта), «Теория воздушного гребного винта» (в Воздухоплавательной комиссии ОЛЕ, 19 марта), «Результаты наблюдений в аэродинамической лаборатории» (там же, 25 марта), «Опыты над поддерживающими планами аэропланов» (в Научно-техническом комитете Московского общества воздухоплавания, 29 марта), «О трении воздуха о воздух» (в Отделении физических наук ОЛЕ, 5 апреля), «Приложение теории С. А. Чаплыгина к дугам Рато» (в Математическом обществе, 26 апреля), «О поддерживающих планах типа Антуанетт» (там же, 20 сентября). Кроме того, им было опубликовано восемь статей по авиации.

12. Вихревая теория гребного винта и теоретические основы воздухоплавания

В 1911 г. с 12 по 17 апреля в Петербурге происходил I Всероссийский воздухоплавательный съезд, на котором Н. Е. Жуковский был председателем. Еще в своем докладе на XII съезде русских естествоиспытателей и врачей (в самом конце 1909 г.) Николай Егорович высказал ряд соображений, на основании которых можно было построить новую гидродинамическую теорию винта. Свои предположения он основывал на замечательных фотографиях работы винта в воде, снятых известным немецким инженером, проф. Фламмом. Его собственные наблюдения при лабораторных испытаниях воздушных винтов способствовали дальнейшему развитию этих идей. Постепенно эти идеи выросли в грандиозную вихревую теорию гребного винта. Вскоре появилась его первая статья под заглавием «Вихревая теория гребного винта»¹. Эта замечательная работа, доложенная 18 сентября 1912 г. в Математическом обществе, содержала в себе полный, чисто гидродинамический анализ работы гребного винта и представляла собою распространение на гребной винт идей, изложенных в работе «О присоединенных вихрях». В основу всего анализа была положена простая физическая схема происходящих здесь явлений. Таким образом, честь создания гидродинамической теории гребного винта всецело принадлежит Н. Е. Жуковскому, что признано всем миром.

В том же 1912 г. вышли знаменитые «Теоретические основы воздухоплавания», представляющие собою собрание лекций, читанных Николаем Егоровичем в Техническом училище в 1910—1912 гг. Это было первое в мировой литературе систематическое изложение теории воздухоплавания, основанное на теоретических изысканиях самого Н. Е. Жуковского и его ученика С. А. Чаплыгина, а также на результатах экспериментальных исследований аэродинамических лабораторий Московского университета и Технического училища и всех прочих современных аэродинамических лабораторий. Тотчас по получении авторских экземпляров своей книги Николай Егорович отправил их своим знаменитым европейским коллегам:

¹ Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. XVI, вып. 1, 1912.

Людвигу Прандтлю в Геттинген, Эйфелю и Джевецкому в Париж, а также ряду иностранных ученых, находившихся с ним в переписке по вопросам воздухоплавания.

Уже в 1913 г. Джевецкий начал перевод этой замечательной книги на французский язык; книга вышла в 1916 г. в Париже в издании Gautier Villars, Paris, и содействовала популяризации идей Жуковского и его имени по всему миру.

13. Первые работы Н. Е. Жуковского по газовой динамике

В 1912 г. Николай Егорович сделал ряд докладов о начатых им фундаментальных исследованиях по газовой динамике: «Истечение воздуха под большим напором» (в совместном заседании Отделения физических наук и Физического общества им. Лебедева, 12 февраля); «О трении газов» (на совместном заседании происходившего в Москве II Всероссийского воздухоплавательного съезда, Отделения физических наук ОЛЕ и Физического общества им. Лебедева, 31 марта); «Истечение воздуха под большим напором» (в Политехническом обществе, 14 апреля); «Аналогия между движением жидкости в открытом канале и газов в трубе» (там же, 6 октября); «Движение воздуха в трубе с большими скоростями» (в совместном заседании Отделения физических наук и Физического общества им. Лебедева, 13 октября). Таким образом, 1912 год был эпохой бурного творчества Н. Е. Жуковского в области аэродинамики и началом экспериментальных работ в области газовой динамики.

14. Дальнейшие исследования по вихревой теории гребного винта и аэродинамике. Мертвые петли

В 1913 г. Николай Егорович продолжал разработку вихревой теории гребного винта и сделал доклад о своих работах на XIII съезде русских естествоиспытателей и врачей, происходившем в Тифлисе. На съезде он прочел также интересный доклад «Новые научные завоевания в теории сопротивления жидкости».

По теории Н. Е. Жуковского его ученику В. П. Ветчинкину удалось разработать практически удобную формулу для расчета гребных винтов.

На основании вихревой теории Жуковского был построен новый воздушный пропеллер НЕЖ, показавший отличные качества в работе.

В этом же году Николай Егорович опубликовал «Динамику аэропланов в элементарном изложении».¹

В 1914 г. вышла вторая статья «Вихревой теории гребного винта»² и сделанная Жуковским переработка вихревой теории лобового сопротивления, данной Карманом.³ Следует отметить, что Н. Е. Жуковский самостоятельно пришел к идеям, содержавшимся в известной работе Кармана, но не успел их опубликовать. Эта статья представляла собою поэтому не только переработку, но и самостоятельное изложение идей Жуковского, в некоторых пунктах не совпадающих с идеями Кармана.

Продолжались успешные испытания винтов типа НЕЖ, которые давали толчок к дальнейшим работам по вихревой теории гребного винта.

При всей своей занятости Николай Егорович нашел время участвовать в III Всероссийском воздухоплавательном съезде, происходившем 8—13 апреля в Петербурге.

18 мая 1914 г. в Политехническом обществе Николай Егорович сделал небольшой доклад «О мертвых петлях», которые он предсказал теоретически в своей работе 1892 г. и которые ко времени доклада были впервые в мире осуществлены русским военным летчиком капитаном П. Н. Нестеровым 27 августа 1913 г. на самолете Ньюпор. Несколькими днями позднее мертвую петлю сделал во Франции известный летчик Пегу.

15. Последние работы Н. Е. Жуковского по авиации

С началом первой мировой войны 1914 г. Николаю Егоровичу пришлось принять деятельное участие в раз-

¹ Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. XVI, вып. 2, 1913.

² Там же, т. XVII, вып. 1, 1914.

³ Там же.

витии русских военно-воздушных сил. При его участии при Техническом училище были организованы четырехмесячные теоретические курсы для летчиков-добровольцев авиационной школы Московского общества воздухоплавания. Николай Егорович был директором этих курсов и читал лекции по аэродинамике и динамике самолета. Среди окончивших эти курсы был и знаменитый русский летчик М. М. Громов, ныне Герой Советского Союза.

Окружавшие Н. Е. Жуковского студенты и молодые инженеры, члены воздухоплавательного кружка, приступили к разработке самолетов оригинальной конструкции.

Таким образом, при Техническом училище возникло Авиационное расчетно-испытательное бюро, в котором были выработаны основные методы расчета самолетных конструкций — как аэродинамического, так и на прочность. Сам Николай Егорович стал успешно заниматься вопросами прочности¹ и аэродинамического расчета самолета. Он рассматривал также вопрос о бомбометании с аэроплана, закончил свою работу по динамике аэроплана², издал третью и четвертую статьи по вихревой теории гребного винта³.

16. Основание ЦАГИ. Н. Е. Жуковский отец русской авиации

К началу революции у Николая Егоровича была большая школа учеников — конструкторов и экспериментаторов, но не было средств развернуть работу.

На помощь пришел В. И. Ленин. Решением советского правительства 1 декабря 1918 г. был учрежден Центральный аэрогидродинамический институт, председателем коллегии которого стал Н. Е. Жуковский.

¹ «Исследование устойчивости конструкции аэропланов». Труды Авиационного расчетно-испытательного бюро при МВТУ, вып. 5, 1918.

² «Динамика аэроплана», ст. 2. Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. XVIII, вып. 1, 1916.

³ Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. XVII, вып. 2, 1915, Труды Авиационного расчетно-испытательного бюро, при МВТУ, вып. 3, 1918.

На этот институт были отпущены огромные средства, и он быстро сделался центром мировой авиационной науки.

Из предыдущего обзора видно, что все основы авиационной науки — аэродинамика, динамика самолета (устойчивость и управляемость), расчет самолета на прочность, все основные методы экспериментирования и разработка нового усовершенствованного типа аэродинамических труб, разработка вихревой теории гребного винта и усовершенствованного винта НЕЖ, наконец, создание теории ветряка — все это дело мощного гения Н. Е. Жуковского, и за всю эту грандиозную работу, на которой основана вся наша авиация, В. И. Ленин справедливо назвал Н. Е. Жуковского «отцом русской авиации».

ГЛАВА VI

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ Н. Е. ЖУКОВСКОГО

1. Введение

С выходом в свет «Кинематики жидкого тела» в 1876 г. началась публикация научных трудов Н. Е. Жуковского, которая не закончилась с его смертью и продолжается до настоящего времени.

Большая часть его работ (около 180) вошла в 9 томов его «Полного собрания сочинений». Кроме того, было издано 17 томов его учебников (изд. ОНТИ). В подготовляющийся к изданию в 1947 г. десятый том войдут более 40 еще не опубликованных научных работ, а также отзывов о диссертациях, представленных на ученую степень, и различные критические заметки. Но этим не исчерпано все научное наследие Н. Е. Жуковского; остается ряд научных набросков, в которых разобраться еще не удалось.

Н. Е. Жуковский учился в Московском университете в эпоху, когда еще чувствовалось влияние проф. Н. Д. Брашмана. Среди его учителей не было ни знаменитых математиков, как П. Л. Чебышев, неосмотрительно потерянный университетом в 1847 г., ни великих механиков, каким впоследствии был сам Н. Е. Жуковский.

Его профессора А. Ю. Давидов и Ф. А. Слудский были, с исторической точки зрения, лишь второстепенными учеными. Только выдающийся геометр проф. В. Я. Цингер безусловно оказал влияние на молодого студен-

та Жуковского, потому что сам Николай Егорович имел геометрический склад ума.

Учителя Н. Е. Жуковского — Давидов, Слудский, Цингер, Любимов, Швейцер, Бредихин, Столетов были представителями механики Ньютона, Лагранжа, Лапласа, Гамильтона и Якоби. Они отдавали дань глубокого уважения появившейся в 1867 г. знаменитой «Натуральной философии» Томсона и Тета (Thomson and Tait, «Treatise on Natural Philosophy»).

Несомненно, на развитие гидродинамических идей Н. Е. Жуковского оказали влияние появившееся в 1871 г. сочинение итальянского геометра Бельтрами (Beltrami, «Dell'idrodinamica rationale»), которое сам Николай Егорович назвал прекрасным, и вышедший в 1874 г. известный курс математической физики Кирхгофа (G. Kirchhoff, «Vorlesungen über mathematische Physik»).

Внимательное изучение классических «Exercices» (1827, 1828, 1829 и 1841 гг.) великого французского математика и физика Коши (Cauchy) помогло Жуковскому уяснить все значение основанного на идеях Коши знаменитого мемуара Гельмгольца «Über Integrale der hydrodynamischen Gleichungen» (Journal von Borchard., Bd. 55, 1858), в котором идеи Коши о вращении частицы получили широкое применение, развившись в новое учение о вихрях. На этом учении было затем построено величественное здание современной гидродинамики.

Но особенное впечатление произвели на Н. Е. Жуковского, как он это сам неоднократно подчеркивает, два замечательных сочинения великого (по определению Жуковского) французского механика-геометра Пуансо: «Eléments de la Statique» и «Théorie nouvelle de la rotation des corps».

Мысль Пуансо «considérer les choses en elles-mêmes» становится девизом научных работ Н. Е. Жуковского.

И в дальнейшем Н. Е. Жуковский высоко ценил упомянутые сочинения Томсона и Тета, Пуансо, Кирхгофа и Гельмгольца и всегда рекомендовал их обстоятельное изучение своим ученикам, готовящимся к магистерскому экзамену по механике.

Опираясь на идеи своих великих предшественников,

Н. Е. Жуковский сразу шагнул далеко вперед в области своей любимой науки — механики.

Так возникли его обе известные диссертации: магистерская — «Кинематика жидкого тела» (1876 г.) и докторская — «О прочности движения» (1882 г.)

До 1902 г., который является переломным в научной деятельности Николая Егоровича, его научные работы шли по пяти главным направлениям: гидродинамика, гидравлика, теоретическая механика (проблема устойчивости движения, частные задачи динамики, особенно динамика твердого тела), практическая механика (включая сопротивление материалов), воздухоплавание.

После 1902 г. Н. Е. Жуковский, до того времени опиравшийся в своих изысканиях на механику Ньютона, начинает искать новых путей для объяснения подъемной силы крыльев аэроплана.

Он возвращается к отцу механики Галилео Галилею и вспоминает его знаменательные слова: «Легче узнать законы движения светил небесных, чем познать законы движения воды в ручейке». И часто видели Н. Е. Жуковского, внимательно наблюдавшего за течением воды в уличных ручейках весной либо после дождя.

Отныне он будет опираться в своих научных построениях только на опыт, который, в соединении с теорией, позволит ему построить новую науку — аэродинамику.

Н. Е. Жуковский, глубоко изучивший работы своих великих предшественников, был вполне самобытным и оригинальным исследователем. В своих работах он всюду пролагал новые научные пути. В случае невозможности получить точное решение поставленной задачи он стремился упростить постановку проблемы так, что ее математическое решение делалось крайне простым. «Искусство механика, — говорил он, — составлять интегрируемые уравнения».

За редкими исключениями, он занимался решением совершенно новых задач теоретической и практической механики. Он был вполне оригинален в своих методах исследования и всегда приходил к верным результатам, которые хорошо согласовались с опытным данными.

По характеру своего творчества, по склонности к экс-

периментальным методам исследования, по своей любви к машинам («машинки надо любить» — слова Н. Е.) и по интересу к инженерным задачам он напоминает нам великого творца механики Галилея.

Изданные до сих пор труды Н. Е. Жуковского можно распределить следующим образом: гидродинамика — 18 работ, гидродинамическая теория смазки — 4, гидравлика — 22, аэродинамика — 22, воздухоплавание — 21, теоретическая механика (включая астрономические и математические задачи) — 40, практическая механика — 23, сопротивление материалов — 5, речи, посвященные памяти различных ученых — 21 работа.

Из этого перечня работ Н. Е. Жуковского следует, что Николай Егорович не занимался математической теорией упругости, хотя был хорошо знаком с работами основателей теории упругости — Навье, Коши, Ламэ, Сен-Венана, Томсона и Тета, Кирхгофа и Буссинеска, а также не занимался задачей о равновесии жидкой массы, частицы которой притягиваются по законам Ньютона.

Это понятно, так как все это вопросы статического характера, тогда как Н. Е. Жуковский, со свойственным ему образным мышлением, с его прирожденною склонностью рисовать картины движения, был великим динамистом и, естественно, занимался динамическими вопросами.

2. Работы по гидродинамике

Н. Е. Жуковский занимался вопросами о движении главным образом идеальной жидкости. Вопрос о движении вязкой жидкости им затронут мимоходом.

Среди многочисленных работ Н. Е. Жуковского в области гидродинамики наиболее важные следующие:

1. «Кинематика жидкого тела» (1876).

2. «Движение твердого тела, имеющего полости, наполненные однородною капельною жидкостью» (Журнал Русского физико-химического общества, 1886).

3. «Лекции по гидродинамике» (Ученые записки Московского университета, вып. 7, 1887).

4. «Видоизменение метода Кирхгофа для определе-

ния движения жидкости в двух измерениях при постоянной скорости, данной на неизвестной линии тока» (Математический сборник, т. XV, 1890).

Во всех этих работах сквозит стремление автора нарисовать ясную, отчетливую картину движения. Поэтому он пользуется для исследования геометрическим методом, стремясь осуществить девиз Пуансо. Вопросы, рассмотренные Жуковским, были для своего времени новыми, и решение их составляет большую его заслугу.

Наиболее важным результатом его «Кинематики жидкого тела» является, как признает сам автор, исследование критических точек нулевой скорости.

В его второй работе наиболее ценны для нас разъяснение динамических эффектов жидкости, наполняющей полости движущегося тела, и замечательная его теорема, что вязкая жидкость, заполняющая полость движущегося твердого тела, заставляет мгновенную ось его вращения приближаться к главной оси инерции всей движущейся массы.

В четвертой работе Жуковский излагает свое прекрасное открытие, которое он, по свойственной ему скромности, называет видоизменением метода Кирхгофа. Им открыт новый способ, позволяющий струйную теорию Кирхгофа приспособлять к заданному числу струй и критических точек. Благодаря этому автору удалось просто решить ряд недоступных задач струйной теории, имевших практическое приложение к гидравлике. Только после исследований Н. Е. Жуковского эта теория получила надлежащее значение и должна называться теорией Жуковского — Кирхгофа.

Большой заслугой Н. Е. Жуковского является издание его известных «Лекций по гидродинамике».

В удивительно простой, но в то же время строго научной форме Н. Е. Жуковский излагает основы гидродинамики идеальной жидкости. Конец курса посвящен известной задаче об инерционном движении твердого тела в жидкости, причем автор наметил пути дальнейших исследований с геометрической точки зрения. Поставленная Н. Е. Жуковским задача была блестяще разрешена в магистерской диссертации С. А. Чаплыгина.

Все начинающие механики учились по этой книге

Жуковского и получали импульс к своим собственным работам в этой области.

Из остальных работ этой группы наиболее интересны работы по гидродинамике корабля, которой всегда интересовался Н. Е. Жуковский:

1. «О форме судов» (Труды Отделения физических наук Общества любителей естествознания (ОЛЕ), т. III, 1890).

В этой работе автору удается распространить известный метод Ранкина для определения обводов корабля на случай остроносых судов. Интересно заметить, что при вычислении силы сопротивления движению корабля Н. Е. Жуковский указывает на существование пограничного слоя на поверхности корабля, вследствие чего он не сделал ошибки Д. И. Менделеева в изложении последним теории Ранкина.

2. «О спутной волне» (Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. XIV, 1909).

В этой работе Н. Е. Жуковский дает оригинальную оценку гидродинамических явлений, сопровождающих движение корабля, и приходит к интересным результатам, найденным английским ученым Мичеллом (A. W. Michell, 1898) за пять лет до доклада Жуковского в Московском математическом обществе в 1903 г.

На этом основана современная теория волнового сопротивления корабля.

3. «Действие волнующейся жидкости малой глубины на плавающие на ее поверхности тела» (Труды ЦАГИ, вып. 85, 1931). Вопрос о правильном учете действия воды при качке корабля на волнении очень занимал Н. Е. Жуковского в период около 1908 г., когда ему был поручен этот вопрос Морским министерством. Им были сделаны доклады по этому вопросу в С.-Петербурге. Но нельзя с уверенностью сказать, что найденные после его смерти два черновых наброска представляют данное им решение, которое сам автор считал весьма ценным.

Цитируемая здесь, изданная проф. А. П. Котельниковым рукопись, найденная среди бумаг Жуковского, представляет во всяком случае большой интерес как,

вероятно, первый подступ к гидродинамическому решению задачи, казавшейся недоступной даже в простейшем случае, рассматриваемом автором.

3. Работы по гидродинамической теории смазки

После того как Н. П. Петров создал основы гидродинамической теории смазки, необходима была строгая гидродинамическая теория, учитывающая основной факт эксцентричного положения шипа в подшипнике. Гидродинамическая задача о движении вязкой жидкости в пространстве между шипом и подшипником при реальных условиях на границах не может считаться решенной и в настоящее время.

В четырех своих работах по этому вопросу Н. Е. Жуковский, давший с самого начала (до Рейнольдса) правильную постановку проблемы, постепенно достиг наиболее крупных из известных доселе результатов.

Последняя работа (совместно с С. А. Чаплыгиным) «О трении смазочного слоя между шипом и подшипником» (Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. XIII, 1904) представляет наиболее совершенное решение вопроса и в таком виде вошла в учебники.

4. Работы по гидравлике

Гидравлика была излюбленной областью работ Н. Е. Жуковского в течение всей его жизни.

Прежде всего следует отметить его исследования по реактивному движению; этому весьма актуальному и теперь вопросу о реакции вытекающей и втекающей жидкости посвящены статьи: 1) в «Журнале Русского физико-химического общества» (т. XIV, 1882), где дан приближенный анализ, и 2) в «Математическом сборнике» (т. XII, М., 1886), где дано строгое решение этого вопроса.

Впоследствии он снова возвращается к этому вопросу в интересной работе «К теории судов, приводимых в движение силой реакции воды» (Бюллетени Политехнического общества, № 8, 1908), а также в статье, посвященной разбору работ А. И. Пермякова по этому

Но главные работы Жуковского в области гидравлики были связаны с устройством и эксплуатацией Московского водопровода. Среди ряда работ по этим вопросам наиболее важными являются две:

1. «О гидравлическом ударе в водопроводных трубах» (Бюллетени Политехнического общества, № 5, М., 1899). Эта же работа издана была самим Жуковским в «Записках императорской Академии Наук», т. IX, 1899, под заглавием «Über den hydraulischen Stoss in Wasserleitungsröhren». Подробное изложение этой работы дано на английском языке в 1904 г. в Америке (Proceedings of the American Water Works Association, St. Louis, 1904) и на французском языке, в подробном разборе инженера М. Goupil (Annales des ponts et chaussées, Paris, 1907).

Гидравлический удар в водопроводных трубах происходит при быстрой остановке течения воды, что часто имело место в старой водопроводной практике и вызывало порчу труб. Вопрос этот был всесторонне исследован на экспериментальной установке, созданной главным инженером Московского водопровода Н. П. Зиминным при Алексеевской водокачке. Эти опыты вполне подтвердили все выводы теории Н. Е. Жуковского.

В упрощенном виде Жуковский принимает, что при быстрой остановке движения воды в ней возникает колебательное движение, скорость которого определяется формулой, носящей его имя, в зависимости от сжимаемости воды и упругости стенок водопроводной трубы.

Величина максимального ударного давления дается простой формулой Жуковского. Очень просто оценивается влияние воздушного колпака, местных изменений трубы и влияние внезапной утечки вследствие местного нарушения целостности трубы. Это место легко определить, снимая ударные диаграммы Жуковского.

Несколько лет назад в гидродинамической лаборатории Московского университета были произведены обширные опыты, подтвердившие теорию Жуковского. Эта замечательная работа доставила впервые Н. Е. Жуковскому мировую известность.

2. «Теоретическое исследование о движении подпоч-

венных вод». (Журнал Русского физико-химического общества, т. XXI, 1889). Эта работа появилась в результате весьма интересных исследований Н. Е. Жуковского о движении подпочвенных вод, предпринятых им при изысканиях Мытищинского водопровода.

Здесь Жуковский наметил общие методы для исследования фильтрации жидкости в поле любых сил и дал ряд интересных практических приложений к водосборам. Ими пользовался в своих работах автор этой книги.

Любопытно, что последняя напечатанная в 1920 г. работа Н. Е. Жуковского «Просачивание воды через плотины» была посвящена вопросам фильтрации, к которым он приложил метод своей работы «Видоизменение метода Кирхгофа...» и на нескольких страницах получил все главные результаты академика Н. Н. Павловского.

Одной из последних работ Жуковского была статья в Трудах ЦАГИ (1919) «О снежных заносах и заилении рек».¹

В этой статье он выясняет причину оседания снега в определенных местах и строение снежного бугра из ряда последовательных полос. Пользуясь выражением функции тока вблизи нулевой критической точки, которое он дал в своей магистерской диссертации, Н. Е. Жуковский составляет дифференциальные уравнения движения частиц снега под действием силы тяжести и силы сопротивления воздуха, пропорциональной относительной скорости ветра по отношению к летящей частице. Интегрируя эти уравнения, Н. Е. Жуковский определяет форму траекторий снежинок и выясняет характер снежных отложений перед преградой и за нею. Этот же анализ применяет он и к вопросу о заилении рек.

Названные работы Н. Е. Жуковского вызвали ряд последующих работ советских ученых по снежным заносам, как теоретических так и экспериментальных, и привели к определенным практическим результатам.

¹ Еще в первой своей статье «О снежных заносах» (Киев, 1911) Жуковский дает простую, гидродинамическую картину явления, довольно хорошо согласующуюся с наблюдениями.

Николай Егорович Жуковский является общепризнанным во всем мире основателем новой науки — аэродинамики.

Первой и основной его работой в этом направлении был мемуар «О присоединенных вихрях», напечатанный в 1906 г. (Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. XIII, вып. 2).

Автор начинает с доказательства установленной ранее теоремы, что беспредельный невихревой поток несжимаемой жидкости, обтекающий без разрыва сплошности скоростей неподвижное твердое тело, действует на это тело давлениями, сумма проекций которых на всякую ось равна нулю.

Затем Жуковский доказывает, что если внутри обтекаемого цилиндрического тела находятся присоединенные к нему прямолинейные вихревые шнуры, параллельные образующим тела, то на такое тело обтекающий нормальный поток производит давление. Это давление зависит от скорости потока в бесконечной дали от тела, плотности жидкости и напряжений присоединенных вихревых шнуров по весьма простой формуле, данной Жуковским.

Слово «циркуляция» впервые упоминается в его работе, вышедшей в том же 1906 г.: «De la chute dans l'air des corps légers de forme allongée, animées d'un mouvement rotatoire» (Bulletin de l'Institut Aérodynamique de Koutchino, f. 1, 1906).

В § 3 этой статьи Жуковский дает следующую формулировку своей знаменитой теоремы о подъемной силе: если невихревой поток двух измерений, имеющий в бесконечности скорость u , окружает какой-нибудь замкнутый контур, циркуляция скорости по которому равна $2k$, то сила гидродинамического давления действует на этот контур в направлении, перпендикулярном к скорости u , и имеет величину

$$Q = 2\rho k u.$$

Направление этой силы найдется, если повернуть вектор u около его начала на прямой угол в сторону, противоположную положительной циркуляции.

Но величина циркуляции все еще оставалась неопределенной. Только в конце 1909 г., на XII съезде русских естествоиспытателей и врачей, в результате уже упомянутой дискуссии с С. А. Чаплыгиным, был установлен новый постулат Жуковского о конечности скорости жидкости во всех точках обтекаемого контура, носящий за границей славное имя Жуковского.

В 1910 г. в журнале «Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt», Heft 22, появилась знаменитая статья Н. Е. Жуковского «Über die Konturen der Tragflächen der Drachenvlieger» (Art. 1). (Вторая часть этой статьи была напечатана в том же журнале в 1912 г., Heft 6).

В этой работе Жуковский дает изложение основ установленной им циркуляционной теории подъемной силы и способов ее вычисления; статья сопровождается экспериментальными данными, оправдывающими его теорию.

Одновременно (1910 и 1911 гг.) Жуковский опубликовал еще три работы, развивающие его идеи в том же направлении:

1. «Geometrische Untersuchungen über die Kutta'sche Strömung» (Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. XV, вып. 1 и 2, 1910 и 1911).

2. «Определение давления плоскопараллельного потока жидкости на контур, который в пределе переходит в отрезок прямой» (Математический сборник, т. XXVIII, 1911).

3. «Über die Tragflächen des Typus Antoinette» (Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou, 1913).

В 1912 г. Н. Е. Жуковский начал публикацию своей прославленной теории гребного винта, представляющей еще до сих пор самое крупное завоевание гидродинамики в этой области. Всего им было напечатано в период 1912—1918 гг. четыре статьи, всесторонне осветившие теорию гребного винта и давшие способ его аэродинамического расчета. Ему удалось распространить на случай гребного винта свою основную теорему о циркуляции, опубликованную им в 1906 г.

В этой работе он по существу уже обладает теорией индуктивного сопротивления, к которой он пришел, по видимому, одновременно с Прандтлем. Он решает более

трудную задачу, чем обтекание крыла конечного размаха.

В 1912 г. вышел его литографированный курс «Теоретические основы воздухоплавания», в котором излагаются главные результаты теоретических и экспериментальных работ автора по аэродинамике.

Перечисленные работы дают право считать Н. Е. Жуковского, как это принято во всем мире, творцом новой науки — аэродинамики.

6. Работы по воздухоплаванию

Н. Е. Жуковским опубликовано большое количество статей и научных исследований по различным вопросам воздухоплавания. Его роль как «отца русской авиации» достаточно выяснена в главе V. Из теоретических работ в этой области наибольшее значение имеют:

1. «О парении птиц» (1892).

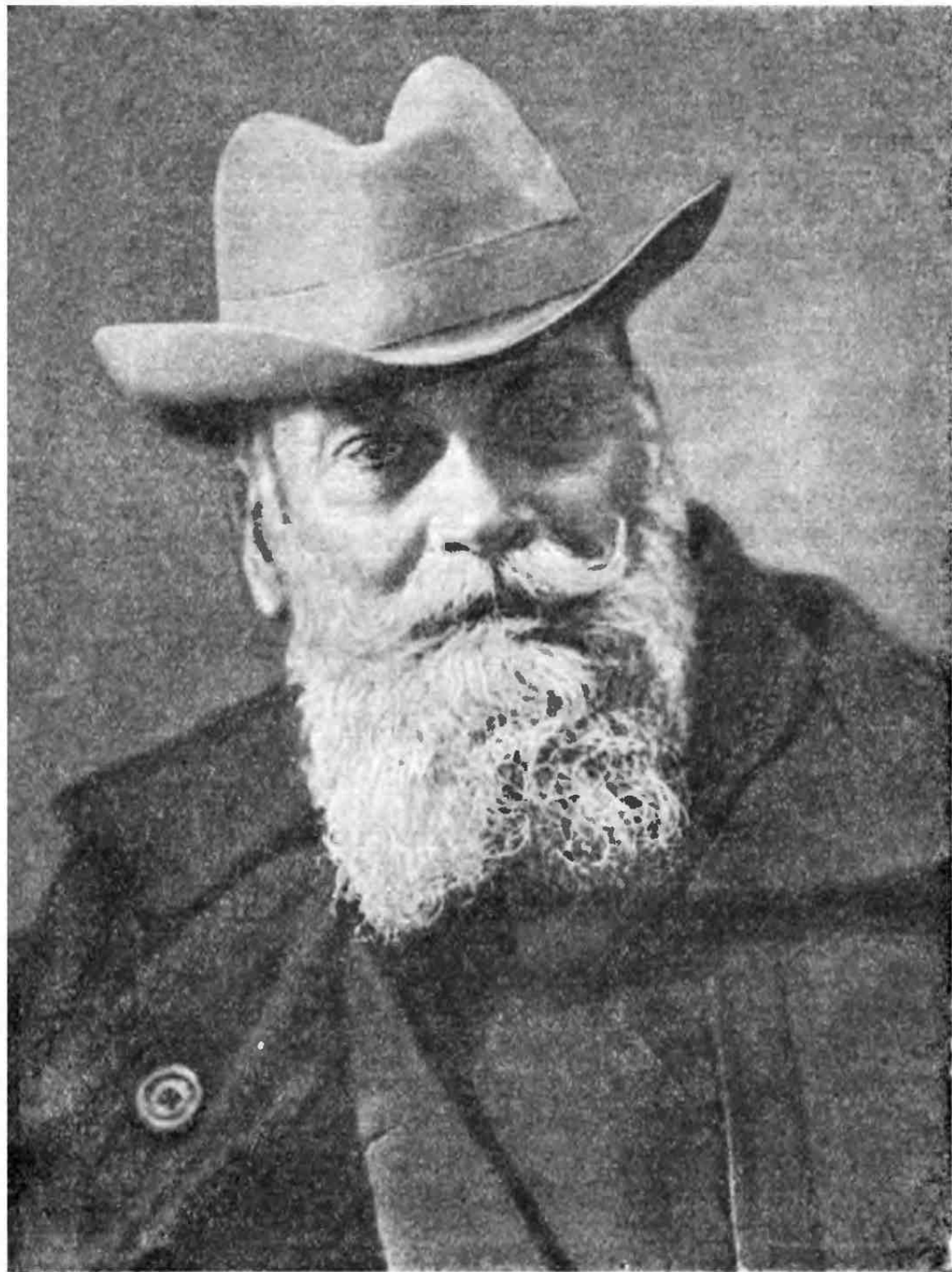
2. «Динамика аэропланов в элементарном изложении» (1913 и 1916).

Значение этих работ было также освещено в главе V.

7. Работы по теоретической механике

Н. Е. Жуковскому принадлежит значительное число работ по теоретической механике, составляющее около четверти общего числа его трудов. Одни эти работы давали ему право на положение первого специалиста по теоретической механике в нашей стране. И, действительно, в Московском университете были поставлены и защищены все известные диссертации того времени по теоретической механике: Г. К. Сулова, Н. Б. Делоне, Г. Г. Аппельрота, Д. Н. Зейлигера, А. М. Ляпунова, Е. А. Болотова и др.

Прежде всего необходимо отметить его докторскую диссертацию «О прочности движения». В семидесятых годах прошлого столетия появилась «Натуральная философия» Томсона и Тета, которую так тщательно изучил Н. Е. Жуковский. Особое внимание Жуковского привлекло несколько страниц этой книги, посвященных



Н. Е. ЖУКОВСКИЙ в 1912 г.

исследованию вопроса об устойчивости движения. Эти страницы, как он сам говорит, указали ему путь, которому он следовал в своей работе о прочности движения. Поэтому его работа была совершенно независима от появившейся в 1877 г. работы на ту же тему известного английского механика Раута, которая долгое время не была известна Н. Е. Жуковскому.

При публикации своей работы Н. Е. Жуковский придерживается своей точки зрения и считает, что в некоторых случаях она имеет преимущества перед точкой зрения Раута. Многие из результатов Н. Е. Жуковского отсутствуют в работе Раута, и будет справедливо признать, что основы теории устойчивости движения принадлежат в равной степени и Н. Е. Жуковскому и Рауту.

Кроме того, следует отметить геометрический анализ первой главы работы Н. Е. Жуковского.

Далее надо указать на группу работ Н. Е. Жуковского по теории удара твердых тел, получившую высокую оценку известного французского математика и механика Г. Дарбу. Вместе с работами Дарбу по теории удара эти работы Н. Е. Жуковского составляют основание чисто геометрического исследования явления удара, которым занимались впоследствии Бельтрами, Н. Б. Делоне и др.

Вопросам движения абсолютно твердого тела около неподвижной точки посвящен ряд работ Н. Е. Жуковского.

Наиболее интересными из них являются:

1. Детальное геометрическое исследование частного случая о движении твердого тела около неподвижной точки, найденного немецким ученым Гессом, а именно: когда центр тяжести тела лежит на перпендикуляре, восстановленном из неподвижной точки к плоскости кругового сечения гирационного эллипсоида тела, построенного для этой точки, и когда в начале времени главный момент количества движения направлен по плоскости этого кругового сечения.

Этому вопросу посвящены три работы Н. Е. Жуковского:

1) «Локсодромический маятник Гесса» (Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. V, вып. 2, 1893);

2) Извлечение из этой статьи, напечатанное на немецком языке в *Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 1893/94, под заглавием «*Geometrische Interpretation des Hess'schen Falles der Bewegung eines schweren starken Körpers um einem festen Punkte*».

3) «Модель маятника Гесса» (Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. X, вып. 1, 1899).

2. «Геометрическая интерпретация рассмотренного С. В. Ковалевской случая движения тяжелого твердого тела около неподвижной точки» (Математический сборник, т. XIX, 1896). Николай Егорович долго занимался этой трудной задачей теоретической механики, и, наконец, ему удалось установить геометрическую картину движения тяжелого твердого тела в случае С. В. Ковалевской. Он указал значение одной системы криволинейных координат, которая управляет этим движением, и таким образом полное решение этой трудной задачи теоретической механики является делом исключительно русских ученых — Н. Е. Жуковского и С. В. Ковалевской, светлый образ которой стоял перед Жуковским при его исследовании.

Кроме того, Николай Егорович занимался и другими вопросами теоретической механики. Представляет интерес его работа «О начале наименьшего действия» (Математический сборник, т. IX, 1879), которая по первоначальному плану автора должна была войти в его работу «О прочности движения».

Постоянное общение с знаменитым русским астрономом Ф. А. Бредихиным натолкнуло Николая Егоровича на исследование ряда связанных с теорией комет Бредихина динамических задач, которые опубликованы в нескольких интересных статьях Н. Е. Жуковского.

Очень интересен специальный курс Н. Е. Жуковского по динамике твердого тела, который надо рассматривать как научный трактат высокой ценности.

Н. Е. Жуковский никогда не занимался специально вопросами чистой математики, но в тех случаях, когда по ходу его механических работ требовались самостоятельные математические изыскания, он обнаруживал силу первоклассного математика. В вопросах об особых точках дифференциальных уравнений и в вопросах вариационного исчисления он предвосхитил идеи Пуан-



Н. Е. ЖУКОВСКИЙ

(портрет работы художника И. Космина, 1933 г., написано по фото 1916 г.,
пастель)

карэ и Гильберта. В частности, по врожденной склонности к геометрии он проявил себя недюжинным геометром.

И молодые ученики Жуковского и его товарищи по университетскому преподаванию всегда считали его самым сильным математиком Москвы, и потому по общей воле московских математиков он был бесменным председателем Московского математического общества.

8. Работы по практической механике

Начав преподавание в Московском техническом училище и находясь в близких отношениях с передовой профессурой инженерно-механического отделения этого училища, Жуковский вскоре был вовлечен в исследовательскую работу по наиболее близкому к его кругу занятий предмету — так называемой «практической механике». Ему принадлежит большое количество исследований по различным частным, но имеющим значительный технический интерес вопросам практической механики. Таковы работы:

1. «О скольжении ремня на шкивах» (Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. VII, вып. 1, 1894). В ней Н. Е. Жуковский устанавливает, что наиболее правильная точка зрения на рассматриваемое явление принадлежит Н. П. Петрову. Жуковский построил специальный прибор для опытного доказательства существования скользящих дуг.

2. «Распределение давлений на нарезках винта и гайки» (Бюллетени Политехнического общества, № 1, 1902). Здесь Жуковский дает приближенное решение чрезвычайно трудной задачи о распределении давлений на нарезках винта и гайки.

3. «Об упругой оси турбины Лаваля и об осях с качающимися подшипниками» (Труды Отделения физических наук ОЛЕ, т. X, вып. 1, 1899). В этой работе Жуковский дает простое механическое объяснение успешной работы быстро вращающихся осей, применяемых в турбинах Лаваля, центрифугах и тому подобных быстроходных аппаратах.

Но наиболее важными работами в области практической механики являются две его капитальные работы:

1. «Сведение динамических задач о кинематической цепи к задачам о рычаге». В этом сочинении автор дает способ решения различных динамических задач о кинематической цепи с одной степенью свободы через сведение их на соответственные задачи о рычаге, представляющем жесткую ферму, имеющую вид скоростной диаграммы Мора с точкой опоры в полюсе диаграммы. Ферма — статически определенная, шарнирная. Жуковский дает приложение своего метода к технически интересным задачам. Работа эта послужила исходным пунктом к ряду работ русских ученых.

2. «Теория регулирования хода машин» (литографированный курс лекций, М., 1909). Это сочинение представляет первую на русском языке монографию, в которой строго научно изложены основы теории регуляторов и теории регулирования работы машин. В основу своего изложения Жуковский положил свои собственные исследования. До сих пор это сочинение является наилучшим руководством в этой области. Оно послужило исходным пунктом ряда работ советских ученых по теории регулирования.

Последние работы Жуковского в области практической механики были посвящены вопросам железнодорожного движения.

1. «Работа (усилие) русского сквозного и американского несквозного тягового прибора при трогании поезда с места и в начале его движения» (Бюллетени Научно-экспериментального института путей сообщения, № 13, 1919).

2. «Сила тяги, время в пути и разрывающие усилия в тяговом приборе и сцепке при ломаном профиле» (Бюллетени Научно-экспериментального института путей сообщения, № 9, 1919).

3. «О колебании паровоза на рессорах» (статья 1, М., 1920).

Эти труды явились результатом участия Жуковского в работах Экспериментального института путей сообщения. Опираясь на старые исследования Резаля, Жуковский дал полное теоретическое решение вопроса о ра-

боте русского сквозного и американского несквозного приборов при трогании поезда с места и в начале его движения.

Жуковский не мало работал над теорией гидравлического тарана и винтовых водоподъемников. Последние были осуществлены в США на принципе, установленном Жуковским. Там же был осуществлен прибор Н. Е. Жуковского для определения места утечки водопровода.

Так, Жуковский шел в старой, отсталой России впереди мировой техники, опережая полетом своей проникновенной мысли технику зарубежных стран.

В заключение мы должны упомянуть о небольшой заметке Жуковского о механизме Л. В. Ассура. Она была вызвана тем, что Н. Е. Жуковскому был поручен С.-Петербургским политехническим институтом отзыв о диссертации Л. В. Ассура «Исследование плоских стержневых механизмов с низшими парами с точки зрения их структуры и классификации».

Леонид Владимирович Ассур был учеником Н. Е. Жуковского по Московскому университету и Московскому техническому училищу. Замечательные исследования Ассура возникли под влиянием его великого учителя. Они открыли новый путь для исследований современных советских инженеров в области теории механизмов.

Таким образом, с именем Н. Е. Жуковского связан целый ряд исследований наших современных советских ученых — механиков и инженеров в самых разнообразных направлениях, и глубоко прав был Сергей Алексеевич Чаплыгин, когда в своей речи на могиле Н. Е. Жуковского 20 марта 1921 г. сказал: «Им основана не школа, а школы... Он был лучшим соединением науки и техники, он был почти университетом...».

БИБЛИОГРАФИЯ

Печатные труды проф. Н. Е. Жуковского

1. Кинематика жидкого тела (магистерская диссертация).— Математич. сборник, т. VIII, 1876. [т. II]¹.
2. Случай движения жидкой площади по инерции. Там же. [т. III].
3. Sur la percussion des corps.— Journal des Mathématiques, pures et appliquées, v. IV (3), 1878. [т. I].
4. К вопросу о наибольшем ударе.— Отчет имп. Технического училища, 1877—1878 (статья 1878 г.). [т. I].
5. Sur un cas particulier du mouvement d'un point matériel.— Journal des Mathématiques pures et appliquées, v. IV (3), 1878, [т. I].
6. Связь между вопросами о движении материальной точки и о равновесии гибкой нити.— Математич. сборник, т. IX, 1878. [т. I].
7. La déduction des formules exactes du mouvement produit par la force répulsive du soleil. Помещено в статье Ф. А. Бредихина «Remarques générales sur les comètes», 1879. [т. IX].
8. О начале наименьшего действия.— Математич. сборник, т. IX, 1879. Sur le principe de la moindre action.— Journal des Mathématiques pures et appliquées, v. X (3), 1884 [т. I].
9. Описание инструмента Кемпе для решения уравнений высших степеней.— Математич. сборник, 1879—1880; Труды Политехн. общ., вып. 1, 1879; Бюлл. Политехн. общ., 1881. [т. I].
10. К вопросу о движении материальной точки под притяжением одного и двух центров.— Bulletins de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, 1881. [т. I].
11. О реакции вытекающей и втекающей жидкости.— Журн. Русск. физико-химич. общ., т. XIV, 1882. [т. IV].
12. О прочности движения (докторская диссертация). Протоколы VI съезда русских естествоиспытателей и врачей.— Уч. зап. Моск. унив., вып. 4, 1882. [т. I].
13. О влиянии колебаний штатива на время качания маятника.— Изд. Общ. испытат. природы (в Москве), 1882. [т. I].
14. О характеристических функциях Якоби и Гамильтона.— Отчет имп. Технического училища, 1879—1882 (статья 1882 г.). [т. I].

¹ В квадратных скобках всюду указан соответствующий том Полного собрания сочинений, ОНТИ, 1935—1939.

15. Геометрическое разъяснение некоторых вопросов теории уравнений с частными производными. Отчет имп. Технического училища, 1882—1883 [т. IX].
16. О графическом решении основного уравнения при вычислении планетных орбит.— Труды VII съезда русских естествоисп. и врачей в Одессе, 1883. [т. IX].
17. Приложение теории центров ускорений высших порядков к направляющему механизму Чебышева.— Журн. Русск. физико-химич. общ., т. XV, 1883. [т. I].
18. Упрощенное изложение Гауссова способа определения планетных орбит.— Математич. сборник, т. XI, 1883. [т. IX].
19. Об ударе двух шаров, из которых один плавает в жидкости.— Труды VII съезда русских естествоисп. и врачей в Одессе, 1883. [т. III].
20. Sur une démonstration nouvelle du théorème de Lambert.— Bulletins de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, 1884. [т. IX].
21. Sur la construction des courbes syndynamiques et synchroniques.— Annales de l'Observatoire de Moscou publ. par Th. Brédichine, v. X, livr. 2, 1884. [т. IX].
22. Решение одной задачи из теории комет.— Bulletins de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, 1884. [т. IX].
23. Вывод основных формул теории упругости.— Математич. сборник, т. XI, 1884. [т. VIII].
24. Об ударе абсолютно твердых тел.— Журн. Русск. физико-химич. общ., т. XVI, вып. 7, 1884; т. XVII, вып. 3, 1885. [т. I].
25. О движении твердого тела, имеющего полости, наполненные однородною каплею жидкостью. (Удостоено Московским университетом в 1886 г. премии проф. Брашмана.) — Журн. Русск. физико-химич. общ., т. XVII, 1885 [т. III].
26. О реакции вытекающей и втекающей жидкости (статья вторая).— Математич. сборник, т. XII, 1886. [т. IV].
27. О гидродинамической теории трения хорошо смазанных тел.— Журн. Русск. физико-химич. общ., т. XVIII, 1886. [т. IV].
28. Решение одной задачи гидростатики.— Бюлл. Моск. общ. естествоисп., 1885—1886; Изв. Моск. общ. испытат. природы, № 2, 1886. [т. III].
29. Замечание по поводу предыдущей статьи г. Млодзеевского. (Об отгибавшей орбит при ньютоновском притяжении.) — Математич. сборник, т. XIII, 1886. [т. I].
30. О движении вязкой жидкости, заключенной между двумя вращающимися эксцентрическими цилиндрическими поверхностями.— «Сообщения» Математического общества при Харьковском университете, 1887. [т. IV].
31. Лекции по гидродинамике.— Уч. зап. Моск. ун-та, вып. 7, 1887. [т. II].
32. Прибор, изобретенный Н. Е. Жуковским для определения моментов инерции тел.— Отчеты Association française pour l'avancement des sciences, 1887—1888. [т. I].
33. Элементарная теория пироскопов.— Вести. опытной физики и элемент. математики, 1888. [т. I].
34. Ньютон как основатель теоретической механики (речь). Сборник «Двухсотлетие памяти Ньютона». М., 1888. [т. IX].

35. Теоретическое исследование о движении подпочвенных вод.— Журн. Русск. физико-химич. общ., т. XXI, 1889; Отчеты Политехн. общ., 1888—1889; Бюлл. Политехн. общ., 1888—1889. [т. VII].
36. Труды А. Ю. Давидова по аналитической механике.— Математич. сборник, т. XV, 1890. «Жизнь и труды А. Ю. Давидова». Н. Е. Жуковский, П. А. Некрасов и П. М. Покровский. [т. IX].
37. О влиянии давления на насыщенные водою пески.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., антропол. и этногр., т. III, вып. 1, 1890. [т. VII].
38. О форме судов.— Там же. [т. IV].
39. Об артиллерийских снарядах Шапеля.— Там же. [т. I].
40. Определение силовой функции по данному семейству траекторий. Там же, т. III, вып. 2, 1890. [т. I].
41. Отзыв о сочинении В. А. Михельсона «О нормальной скорости воспламенения гремучих газовых смесей».— Там же, т. III, вып. 2. [т. IX].
42. Über den Mittelwert des kinetischen Potentials.— Зап. Математич. отдел. Новоросс. общ. естествозн., т. VIII, 1888 [т. I].
43. К теории летания.— Журн. Русск. физико-химич. общ., т. XXII, 1890. [т. VI].
44. Видоизменение метода Кирхгофа для определения движения жидкости в двух измерениях при постоянной скорости, данной на неизвестной линии тока.— Математич. сборник, т. XV, 1890. [т. III].
45. О парадоксе Дюбуа.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. IV, вып. 1, 1891; Бюлл. Политехн. общ., 1890—1891. [т. VII].
46. Sur un appareil nouveau pour la détermination des moments de l'inertie des corps.— Бюлл. Общ. испытат. природы, 1890—1891. [т. I].
47. Труды С. В. Ковалевской по прикладной математике.— Математич. сборник, т. XVI, 1891. «С. В. Ковалевская». Н. Е. Жуковский, А. Г. Столетов и П. А. Некрасов. [т. IX].
48. Работы Гельмгольца по механике (Лекция от 4 апреля 1891 г.). Сборник «Герман Гельмгольц». М., 1892; Дж. Дж. Томсон. Электричество и материя. Гиз, 1928. [т. IX].

49. Условия конечности интегралов уравнения $\frac{d^2 y}{dx^2} + py = 0$

Математич. сборник, т. XVI, 1891. [т. I].

50. О парении птиц.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. IV, вып. 2, 1892; Бюлл. Моск. общ. воздухоплав., № 1—2—3, 1910—1911. Изд. Бюро иностр. науки и техники. Берлин, 1922. [т. V].
51. Определение движения жидкости при каком-нибудь условии, данном на линии тока.— Журн. Русск. физико-химич. общ., т. XXII, 1891. [т. III].
52. Прибор для определения коэффициента вязкости масел.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. IV, вып. 1, 1891. [т. IV].
53. О центре парусности.— Бюлл. Политехн. общ., № 2, 1891—1892.
54. Воспоминания об А. И. Ливенцове. (Речь от 11 февраля

1892 г.).— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. V, вып. 1. [т. IX].

55. Некролог и очерк ученой деятельности проф. Ф. Е. Орлова.— Отчеты имп. Технического училища, 1891—1893; Отчет Московского университета за 1893 г. [т. IX].

56. Планиграф Дарбу.— Бюлл. Политехн. общ., 1892—1893. [т. I].

57. Рычажный дубликатор Делоне.— Бюлл. Политехн. общ., 1892—1893. [т. I].

58. Локсодромический маятник Гесса.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. V, вып. 2, 1893. [т. I].

59. О гироскопическом шаре Д. К. Бобылева.— Там же, т. VI, вып. 1, 1893. [т. I].

60. К вопросу о давлении диэлектрического газа в электрическом поле.— Там же, т. VI, вып. 2, 1893. [т. IX].

61. Echapement libre.— Бюлл. Политехн. общ., № 7, 1893—1895. [т. VIII].

62. Geometrische Interpretation des Hess'schen Falles der Bewegung eines schweren starken Körpers um einem festen Punkte.— Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung, 1893—1894. [т. I].

63. О значении геометрического истолкования в теоретической механике. (Речь от 9 января 1894 г.). Математич. сборник, т. XVIII, 1896. [т. IX].

64. К вопросу о разрезании вихревых шнуров.— Математич. сборник, т. XVII, 1894. [т. III].

65. О скольжении ремня на шкивах. Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. VII, вып. 1, 1894.— Бюлл. Политехн. общ., № 2, 1894—1895. (Приложение). [т. VIII].

66. Прибор для определения сопротивлений при движении воды.— Труды I Русского водопротв. съезда в Москве, 1895. [т. VII].

67. Летательный аппарат Отто Лилиенталя.— Фотографич. обзор, № 1, 1895. [т. IX].

68. О движении маятника с трением в точке привеса. Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. VII, вып. 2, 1895. [т. I].

69. Геометрическая интерпретация рассмотренного С. В. Ковалевскою случая движения тяжелого твердого тела около неподвижной точки.— Математич. сборник, т. XIX, 1896; Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XII, вып. 2, 1904. [т. I].

70. Обобщение задачи Бьеркнеса о гидродинамических силах, действующих на пульсирующие и осциллирующие тела внутри жидкой массы.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. VIII, вып. 2, 1896. [т. II].

71. О трудах В. Г. Имшенецкого по механике.— Математич. сборник, т. XVIII, 1896. «Жизнь и научная деятельность Василия Григорьевича Имшенецкого». Н. Е. Жуковский, К. А. Андреев и П. А. Некрасов. [т. IX].

72. О гибели воздухоплавателя Отто Лилиенталя.— Воздухоплав. и исследов. атмосферы (под ред. М. М. Поморцева), вып. 1, 1897. (Сообщено в 1896 г.). [т. IX].

73. О невыгоднейшем угле наклона аэропланов.— Там же. [т. V].

74. Заметка о плоском рассеиве.— Бюлл. Политехн. общ., № 8, 1896—1897. [т. VIII].
75. Об испытательной станции для определения сопротивления судов в Нов. Голландии (Доклад).— Бюлл. Политехн. общ., № 1—2, 1897.
76. Условие равновесия твердого тела, опирающегося на неподвижную плоскость некоторою площадкою и могущего перемещаться вдоль этой площадки с трением.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. IX, вып. 1, 1897. [т. I].
77. Ein neuer gyroskopischer Apparat.— Verhandlungen des ersten Internationalen Mathematiker Kongresses in Zürich vom 9 bis 11 August 1897. [т. I].
78. О деятельности А. Г. Столетова.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. IX, вып. 2, 1898. [т. IX].
79. Биография и ученые труды Ф. А. Слудского. Труды Моск. общ. испытат. природы. Речи и отчет Московского университета за 1897 г.— Математич. сборник, т. XX, 1898 г. [т. IX].
80. О крылатых пропеллерах.— Воздухоплав. и исследов. атмосферы, вып. 4, 1898. [т. VI].
81. О воздухоплавании. (Речь, произнесенная на X съезде естествоисп. и врачей).— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. IX, вып. 2, 1898; Бюлл. Моск. общ. воздухоплав., № 1—2, 1910. [т. IX].
82. Über den hydraulischen Stoss in Wasserleitungsröhren.— Зап. имп. Академии Наук по физико-математич. отдел., т. IX, № 5, 1899.
— О гидравлическом ударе в водопроводных трубах.— Бюлл. Политехн. общ., № 5, 1899; Труды IV Водопротв. съезда, 1899. [т. VII].
— Experiments and Theory of Water Hammer of prof. Joukovsky. By. O. Simin.— Proceedings of the American Water Works Association Twenty-Fourth Annual Convention. St. Louis, 1904.
— Notices sur les principaux travaux concernant le coup de bélier et spécialement sur le mémoire et les expériences du Professeur N. Joukovsky, par M. Goupil.— Annales des ponts et chaussées, I Partie, 1907.
83. О гидравлическом таране.— Бюлл. Политехн. общ., 1899.
84. Модель маятника Гесса.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. X, вып. 1, 1899. [т. I].
85. Об упругой оси турбины Лавалья.— Там же, т. X, вып. 1, 1899. [т. I].
86. Аналогия двух задач механики.— Математич. сборник, т. XXI, 1900. [т. I].
87. М. В. Остроградский. (Речь от 12 сентября 1901 г.). П. Трипольский. Остроградский М. В. Празднование столетия дня его рождения. Полтава, 1902. [т. IX].
88. А. К. Эшпиман (некролог). Бюлл. Политехн. общ., № 2, 1900.
- 88а. Прикладная механика. Литогр. курс лекций для студентов Моск. практич. академии, 1901. [Лекции, вып. 4].
89. Распределение давлений на нарезках винта и гайки.— Бюлл. Политехн. общ., № 1, 1902; Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XI, вып. 1, 1902. [т. VIII].

90. К вопросу о величине диаметра водонапорной колонны, соединенной с открытым резервуаром.— Бюлл. Политехн. общ., № 2, 1902. [т. VII].
91. О трении жидкости при большой разности скоростей ее струй.— Бюлл. Политехн. общ., 1901; Труды V Водопров. съезда, 1902 [т. VII].
92. О движении материальной псевдосферической фигуры по поверхности псевдосферы.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XI, вып. 2, 1902. [т. I].
93. Некоторые черты из жизни Остроградского.— Математич. сборник, т. XXII, 1902. [т. IX].
94. Ученые труды М. В. Остроградского по механике.— Там же.
95. О прочности велосипедного колеса.— Там же, т. XXIII, 1902. [т. VIII].
96. Письмо к автору «Влияние поступательной скорости колеса на напряжения в рельсе».— Зап. имп. Русск. технич. общ., 1903. [т. VIII].
97. Геометрическая интерпретация теории движения полюсов земли по ее поверхности.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествознания, т. XII, вып. 2, 1904. [т. I].
98. О трении смазочного слоя между шипом и подшипником. [Н. Е. Жуковского и С. А. Чашлытина].— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XIII, вып. 1, 1906. [Напечатано в 1904 г.]. [т. VIII].
99. О полезном грузе, поднимаемом геликоптером.— Воздухоплаватель, 1904. [т. VI].
100. Теория прибора инженера Ромейко-Гурко.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XIII, вып. 1, 1905. [т. VIII].
101. О спутной волне.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XIV, вып. 1, 1909. [Сообщено в Математич. общ. в 1905 г.]. [т. IV].
102. О присоединенных вихрях.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XIII, вып. 2, 1906. [т. V].
103. О падении в воздухе продолговатых легких тел, вращающихся около своей продольной оси. [Напечатано впервые в т. V].
104. De la chute dans l'air des corps légers de forme allongée animés d'un mouvement rotatoire.— Bulletin de l'Institut Aérodynamique de Koutchino, f. 1, 1906. [т. V].
105. Об одной задаче, относящейся к подпрудной кривой.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XIII, вып. 1, 1906. [т. VII].
106. Действие волнующейся жидкости на плавающие на ее поверхности тела, 1906—1907 г. Напечатано впервые в обработке проф. А. П. Котельникова.— Труды ЦАГИ, вып. 85, 1931. [т. IV].
107. Теория пробного винта с большим числом лопастей.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XIV, вып. 1, 1907. [т. VI].
108. Заметка о движении вихревых колец.— Математич. сборник, т. XXVI, 1907. [т. III].
109. О распределении скоростей в водопроводных трубах.— Труды VII Водопров. съезда в Москве, 1907. [т. VIII].
110. К теории судов, приводимых в движение силою реакции воды.— Бюлл. Политехн. общ., № 8, 1908. [т. IV].

111. Essai sur la détermination théorique de l'effet du courant aérien dirigé dans le plan de l'hélice.—Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XIV, вып. I, 1909.—Bulletin de l'Institut Aérodynamique de Koutchino, f. II, 1909. [т. VI].
112. О замене диска Рэлея продолговатой пластинкой. Математич. сборник, т. XXVII, 1909. [т. III].
113. О работах Д. И. Менделеева по сопротивлению жидкостей и воздухоплаванию. Труды Первого Менделеевского съезда по общей и прикладной химии в Петербурге в 1907 г.—Журн. Русск. физико-химич. общ., т. XLI, 1919. [т. IX].
114. О подсасывающем действии потока воздуха на пластинку.—Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XIV, вып. 2, 1909. [Сообщено в Математич. общ. 23 сент. 1908 г.]. [т. III].
115. О работах В. Я. Цингера по механике.—Математич. сборник, т. XXVIII, 1908. [т. IX].
116. Сведение динамических задач о кинематической цепи к задачам о рычаге.—Математич. сборник, т. XXVIII, 1911. [Сообщено в Математич. общ. в 1908 г.]. [т. I].
117. О воздушных путешествиях прошлого лета.—Воздухоплавание, № 5, 1910.
118. Участие женщины в воздухоплавании.—Библиотека воздухоплавания, № 7, 1910. [Секретарский отчет о лекции Н. Е.].
119. Аэродинамические лаборатории имп. Московского университета и имп. Технического училища.—Временник Общ. содействия успехам опытных наук им. Х. С. Леденцова, вып. 2, 1911. [т. IX].
120. Аэродинамическая лаборатория при кабинете прикладной механики Московского университета.—Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XV, вып. 1, 1911. [т. V].
121. Geometrische Untersuchungen über die Kutta'sche Strömung, 1, 2.—Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XV, вып. 1 и 2, 1910 и 1911. [т. V].
122. Механика в Московском университете за последнее пятидесятилетие. (Речь, произнесенная на торжественном заседании 16 января 1911 г.).—Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XV, вып. 1. [т. IX].
123. О снежных заносах. Сборник статей, посвященных Г. К. Сулову. Киев, 1911. [т. III].
124. Über die Konturen der Tragflächen der Drachenflieger. I, II.—Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, N. 22. 1910; N. 6, 1912. [т. V].
125. Определение давления плоскопараллельного потока жидкости на контур, который в пределе переходит в отрезок прямой.—Математич. сборник, т. XXVIII, 1911. [т. V].
126. О давлении пофпней в моторе «Гном» на стенке цилиндров.—Автомобиль и воздухоплавание, № 5, 1911; Вестн. воздухоплав., 1911—1912. [т. VIII].
127. О поддерживающих планах типа Антуанетт.—Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XV, вып. 2, 1911. [т. V].
—Über die Tragflächen des Typus Antoinette.—Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou, 1913.
128. Вихревая теория гребного винта.—Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XVI, вып. 1, 1912. [т. VI].
129. Новые научные завоевания в теории сопротивления жид-

костей. (Речь, произнесенная на XIII съезде русских естествоиспытателей и врачей в Тифлисе в 1913 г.).—Дневник XIII съезда русских естествоиспытателей и врачей. [т. IX].

130. Динамика аэропланов в элементарном изложении. [Лекции, читанные в 1913 г. для офицеров-летчиков]. Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XVI, вып. 2, 1913. [т. V].

131. Вихревая теория гребного винта (статья вторая).—Там же, т. XVII, вып. 1, 1914. [т. VI].

132. Вихревая теория лобового сопротивления, данная профессором Карманом.—Там же. [т. V].

133. О движении воды на повороте реки.—Математич. сборник, т. XXVIII, 1914. [т. IV].

134. Упрощенный вывод уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости.—Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XVII, вып. 1, 1914. [т. IV].

135. О повреждении водопроводных труб, случившемся 25 января 1914 г. [Напечатано впервые в т. VII].

136. Определение скорости движения продуктов горения в заводской трубе по фотографии выбрасываемого ею дыма.—Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XVII, вып. 2, 1914. [т. VII].

137. Вихревая теория гребного винта (статья третья). Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XVII, вып. 1, 1915. [т. VI].

138. О приложении в строительной механике уравнения $\frac{d^4 y}{dx^4} = -4\alpha^4 y$. Математич. сборник, т. XXVIII, 1915. [Сообщено в 1904 г.]. [т. VIII].

139. Теория регулирования хода машин, ч. 1, 1909. [Сообщено в Моск. Математич. общ. Читано для студентов-специалистов имп. Технического училища (литогр.)]. [Лекции, вып. 4].

140. Теоретические основы воздухоплавания, ч. 1. Читано для студентов имп. Технического училища в 1910—1912 гг., изд. в 1911—1912 гг. (литогр.; 2-е изд. 1925 г.). [Лекции, вып. 1].

—Bases théoriques de l'aéronautique. Aérodynamique. Cours professé à l'Ecole Impériale de Moscou. Traduit du russe par S. Dzewieski, Gautier-Willars et C^{ie}. Paris 1916. [Для этого перевода Н. Е. были сделаны дополнения]. 2-е изд. 1931 г.

141. Механика точки и теория притяжения. [Последнее изд. 1914 г. под загл. «Механика»]. Литогр. лекции, читанные для студентов Московского университета. [Лекции, вып. 5 и 7].

142. Гидромеханика и механика системы. Лекции, читанные для студентов Московского университета (литогр.). [Лекции, вып. 6 и 7].

143. Теоретическая механика. [Последнее изд. 1915 г.]. Лекции, читанные студентам 1-го курса имп. Технического училища. [Лекции, вып. 3].

144. Аналитическая механика. Лекции, читанные для студентов 2-го курса имп. Технического училища, изд. 3, 1912. [Лекции, вып. 4].

145. Заметка по вариационному исчислению. [Сообщено в Математич. общ. в 1915 г.]. Посмертное изд. 1923 г. [т. IX].

146. К вопросу о выборе на реке мест забора и выпуска воды для охлаждения машин больших силовых станций, 1915. [Напечатано впервые в т. VII].
147. Н. А. Умов как математик.— Математич. сборник, т. XXX, 1916. [т. IX].
148. Бомбометание с аэропланов (элементарное изложение). Изд. Теорет. курсов авиации при ИМТУ, 1916, [т. V].
149. Динамика аэропланов. Статья II.— Труды Отдел. физич. наук Общ. люб. естествозн., т. XVIII, вып. 1, 1916, [т. V].
150. Краткая характеристика литературных работ А. И. Пермякова по водяным турбинам и реактивным судам. «А. И. Пермяков». — Вестн. Политехн. общ. № 27, 1916. [т. IX].
151. Биография и некролог Б. М. Бубекина.— Вестн. Политехн. общ., № 35, 1916.
152. Биография и некролог С. В. Гулевича. Вестн. Политехн. общ., № 35, 1916.
153. Динамика аэропланов. Переработка статей I и II для Теорет. курсов авиации при МВТУ (литогр.), 1917.
154. Аэродинамический расчет аэропланов. (Совместно с Г. И. Лукьяновым и В. П. Ветчинкиным). — Труды Авиационно-испыт. бюро при МВТУ, вып. 1, 1917 (литогр.). [т. V].
155. Старая механика в новой физике. [Речь, подготовленная к акту в Московском университете 12 янв. 1918 г.]. Напечатана впервые в т. IX.
156. О движении воды в открытом канале и о движении газов в трубах [Писано на машинке в 10 экз. в 1917 г.]. Лекции, читанные студентам МВТУ, кончавшим по жел.-дор. специальности в мае 1917 г. (Напечатано впервые в обработке проф. С. Г. Петровича Комиссией особых артиллерийских опытов, 1922; вторично — в обработке проф. В. П. Ветчинкина, — Труды ЦАГИ, вып. 1; 1925). [т. VII].
157. Аналогия между движением тяжелой жидкости в узком канале и движением газа в трубе с большой скоростью. [Напечатано впервые в обработке Н. Г. Чендова.— Труды ЦАГИ, вып. 1, 1925]. [т. VII].
158. О механизме Л. В. Ассура.— Математич. сборник, 1917. [т. I].
159. Исследование устойчивости конструкции аэропланов [Приложение к «Временнику Общ. им. Х. С. Леденцова», 1918 г.]. — Труды Авиационно-испыт. бюро при МВТУ, вып. 5, 1918. [т. VIII].
160. Вихревая теория гребного винта. Статья IV.— Там же, вып. 3, (литогр.). [т. VI].
161. К динамике автомобиля. [Сообщено в Моск. математ. общ. 19 авг. 1919 г.]. — Мотор, № 7, 1923 [т. VIII].
162. Теория шаров-пилотов.— Бюлл. Моск. инст. космич. физики, № 1, 1923. [т. V].
163. Геометрическое доказательство первой и второй теорем С. А. Чаплыгина о дифференциальных неравенствах. [Лекция Н. Е. в ЦАГИ от 18 декабря 1919 г.] Напечатана впервые в обработке проф. В. П. Ветчинкина.— Метод приближенного и численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений, вып. 1, стр. 42—48, 1932 [т. IX].

164. Движение волны со скоростью, большей скорости звука.— Комиссия особых артиллерийских опытов, 1919. [т. IV].
165. О снежных заносах и занесении рек.— Труды ЦАГИ, 1919 (литогр.). [т. III].
166. Работа (усилне) русского сквозного и американского несквозного тягового прибора при трогании поезда с места и в начале его движения. Бюлл. Научно-экспер. инст. путей сообщ., № 13, 1919. [т. VIII].
167. Вихревая теория лобового сопротивления. Статья II.— Труды Авиаци. расчетно-испытат. бюро при МВТУ, вып. 6, 1919 (литогр.). [т. V].
168. Сила тяги, время в пути и разрывающие усилия в тяговом приборе и сцепке при ломаном профиле. [Глава VIII исследования инж. Б. Д. Воскресенского и Д. Д. Буданова «Механика железнодорожного транспорта»].— Бюлл. Научно-экспер. инст. путей сообщ., № 9, 1919. [т. VIII].
169. О колебании паровоза на рессорах. Статья I. [Напечатано впервые в обработке Н. Г. Ченцова, 1920]. [т. VIII].
170. Колебание паровоза на рессорах. Статья II. [Напечатано впервые в обработке Н. Г. Ченцова, 1920]. [т. VIII].
171. Аэродинамический расчет медленно движущихся ветряных мельниц.— Труды ЦАГИ, 1920 (литогр.). [т. VI].
172. Тихоходные ветряные мельницы. Статья II. Там же. 1920 (литогр.). [т. VI].
173. Ветряная мельница типа НЕЖ. Там же, 1920 (литогр.). [т. VI].
174. Насадки и диффузоры аэродинамических труб.— Труды Авиаци. расчетно-испыт. бюро при МВТУ, вып. 6, 1920, [т. VI].
175. Просачивание воды через плотины. 1920. Изд. Опытномелиор. части Наркомзема, вып. 30, 1923. [т. VII].
176. Сочинения Н. Е. Жуковского т. I, Москва, 1912. Юбилейное издание (1870—1910).
177. Полное собрание сочинений. М. 1935—1939, в девяти томах и семи выпусках.
 Том I. Общая механика. М., 1937.
 Том II. Гидродинамика. М.—Л., 1935.
 Том III. Гидродинамика. М.—Л., 1936.
 Том IV. Волны. Вязкость. Реакция жидкости. М.—Л., 1937.
 Том V. Вихри. Теория крыла. Авиация. М.—Л., 1937.
 Том VI. Винты. Ветряки. Вентиляторы. Аэродинамическая труба. М.—Л., 1937.
 Том VII. Гидравлика. М.—Л., 1937.
 Том VIII. Теория упругости. Железные дороги. Автомобили. М.—Л., 1937.
 Том IX. Математика. Астрономия. Речи. Доклады. Характеристики и биографии. М.—Л., 1937.

Лекции

- Выпуск 1. Теоретические основы воздухоплавания, ч. 1. М.—Л., 1939.
- Выпуск 2. Теоретические основы воздухоплавания, ч. 2. М.—Л., 1939.
- Выпуск 3. Теоретическая механика (курс Технического училища). М.—Л., 1939.

- Выпуск 4. Аналитическая механика. Теория регулирования хода машин. Прикладная механика. М.—Л., 1939.
- Выпуск 5. Механика точки. М.—Л., 1939.
- Выпуск 6. Механика системы. Динамика твердого тела. М.—Л., 1939.
- Выпуск 7. Теория притяжения. Гидростатика. 1939.
178. Полное собрание сочинений (2-е изд.) под редакцией академика С. А. Чаплыгина.
- Том. 1. Общая механика. М., 1941.
-

Список подготовляемых к печати не опубликованных ранее рукописей проф. Н. Е. Жуковского, включенных в т. X полного собрания сочинений

1. Струйный воздушный насос.
2. Определение времени истечения жидкости под действием центробежной силы.
3. Истечение жидкости из подвижного отверстия.
4. Параболическая форма крыла.
5. О стационарном вихре.
6. Теория бипланов.
7. Вихревая теория гребного винта (статья 5).
- 7а. Описание гребных винтов типа НЕЖ.
8. Элементарная теория устойчивости аэропланов.
9. Волновое сопротивление сферического снаряда.
10. Задача I. Isaachsen.
11. Новый способ решения задачи о движении твердого тела в жидкости.
12. Геометрическая интерпретация общей задачи о движении тяжелого твердого тела.
13. Вывод дифференциальных уравнений движения твердого тела

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial u} + q \frac{\partial T}{\partial w} - r \frac{\partial T}{\partial v} = X.$$

14. A propos de la communication de M. R. Liouville «Sur la rotation des solides.»
- 14а. Относительно сообщения Р. Лиувилля «О вращении твердых тел» (перевод предыдущей заметки).
15. Письмо Б. Д. Воскресенскому.
16. Трения бандажей железнодорожных колес о рельсы.
 Вариант 1.
 Вариант 2.
 Вариант 3.
 Примечания.
17. Отзыв о проекте однорельсовой железной дороги П. П. Шиловского.

18. Новый вид прерывности скоростей в потоке жидкости.
19. Лекция по баллистике.
20. Теория бомбометания с аэропланов.
21. Задача проф. А. И. Сидорова.
22. Приложение функции Эри к исследованию тормозов.
23. О прочности аэропланов (статья 2).
24. Точный вывод критической силы.
25. Письмо Н. А. Шилову.
26. Переписка с проф. Н. П. Кастериным по теории относительности.
27. Заметка по поводу сочинения Н. П. Кастерина «О распространении волн в неоднородной среде».
28. Отзыв о работах проф. Н. Е. Жуковского по механике.
29. Отзыв о сочинении Георгия Ботезата «*Étude sur la stabilité de l'aéroplane*».
30. Представление о возведении в степень доктора Honoris causa А. Н. Крылова.
31. Представление о возведении в степень доктора прикладной математики Н. А. Забудского.
32. Отзыв о сочинении Е. А. Болотова «О движении материальной плоской фигуры, связанной связями с трением».
33. Отзыв о сочинении Л. С. Лейбензона «К теории безбалочных покрытий».
34. Отзыв о работе Н. С. Васильева.
35. Отзыв о работе Н. Н. Павловского «Предварительные тезисы к разработке вопроса о движении грунтовых вод под гидравлическими сооружениями».
36. Отзыв о сочинении Н. А. Рынина «Теория воздухоплавания».
37. Отзыв о сочинении, представленном на премию заслуженного профессора Н. Д. Брашмана (отзыв о сочинении С. А. Чаплыгина).
38. Отзыв о сочинении приват-доцента В. Коваленского.
39. Отзыв о статье Н. В. Погоржельского «Сила реакции жидкости».
40. Отзыв о сочинении И. В. Станкевича «Применение метода Якоби преобразования переменных к отысканию интегрируемых форм уравнений с частными производными первого порядка и канонических с двумя переменными».
41. Отзыв о сочинении Л. В. Ассура «Исследование плоских стержневых механизмов с низкими парами с точки зрения их структуры и классификации».

Список просмотренной литературы

Обозрение преподавания наук в имп. Московском университете за 1864/65 г. М., 1865.

Обозрение преподавания на физико-математическом факультете имп. Московского университета на осеннее полугодие 1886 г. Отделение математических наук.

Отчет о состоянии и действиях имп. Московского университета за 1843/44 г.

То же, за 1844/45 г.

То же, за 1845/46 г.

То же, за 1846/47 г.

То же, за 1847/48 г.

То же, за 1848/49 г.

Отчет о состоянии и действиях имп. Московского университета в 1857/58 академическом году и в 1858 гражданском. М., 1859.

То же, в 1858/59 академическом и 1859 гражданском.

То же, 1859/60 и 1860.

То же, 1860/61 и 1861.

То же, 1861/62 и 1862.

То же, 1862/63 и 1863.

То же, 1863/64 и 1864.

То же, 1864/65 и 1865.

То же, 1865/66 и 1866.

То же, 1866/67 и 1867.

То же, 1867/68 и 1868.

То же, 1868/69 и 1869.

То же, 1869/70 и 1870.

То же, 1870/71 и 1871.

То же, 1871/72 и 1872.

То же, 1872/73 и 1873.

То же, 1873/74 и 1874.

То же, 1874/75 и 1875.

То же, за 1876 г.

То же, за 1877 г.

То же, за 1879 г.

Речь и отчеты, произнесенные в торжественном собрании имп. Московского университета 12 января 1868 г.

То же, 12 января 1859 г.

То же, 12 января 1861 г.

То же, 12 января 1869 г.

То же, 12 января 1871 г.

То же, 12 января 1873 г.

Биографический словарь профессоров и преподавателей имп. Московского университета за 1755—1855 гг., чч. 1 и 2. М., 1855.

Отчет и речи, произнесенные в торжественном собрании имп. Московского технического училища 8 сентября 1871 г.

То же, за 1873/74 акад. год. М., 1874.

То же, за 1874/75 г., М., 1875 г.

Отчет о деятельности имп. Московского технического училища за 1876/77 акад. год. М., 1878.

То же за 1877/78 г. М., 1879.

То же, за 1878/79 г. М., 1880.

Краткий отчет о деятельности имп. Московского технического училища за 1879/80, 1880/81, 1881/82 акад. год.

Краткий отчет о деятельности имп. Московского технического училища за 1882/83 акад. год. М., 1885.

Программа предметов, преподаваемых в подготовительном отделении МТУ, М., 1879.

Программа предметов, преподаваемых в ИМТУ, М., 1892.

Программа учебных курсов в ИМТУ. М., 1879.

Распределение программ учебных курсов ИМТУ по классам, 1879.

Сто лет Московского механико-машиностроительного института им. Баумана, 1832—1932. М., 1933.

Журнал «Техническое образование» № 4 за 1894 г. (Ист. очерк МВТУ).

Алексей Васильевич Летников (Краткий биографический очерк с портретом). М., 1888, стр. 24.

С. А. Федоров. Памяти Федора Михайлова Дмитриева. М., 1882, стр. 32.

Ф. Е. Орлов. Дневник заграничной командировки 1869—1872 гг. (с тремя портретами и извлечением из письма проф. Н. Е. Жуковского к вице-председателю Политехнического общества). Приложение. Некролог и очерк деятельности Ф. Е. Орлова как профессора Московского университета, составленные Н. Е. Жуковским. Из отношения Ф. Е. Орлова к своим ученикам. В. А. Румянцев. М., 1898, стр. 346.

Памяти Федора Евпловича Орлова. Политехническое общество, состоящее при имп. Техническом училище. М., 1892, стр. 37.

Московско-Нижегородская ж. д. Чертежи и история эксплуатации. Московско-Нижегородская ж. д. за первые XX лет. 19 л. черт., 33 стр., б. м., б. г.

Житков С. М. Институт инженеров путей сообщения имп. Александра I. Исторический очерк. СПб. 1899.

К 75-летней годовщине Института инженеров путей сообщения. СПб., 1884, 8 стр. Приплетено к книге «Личный состав, распределение учебных занятий и учебные пособия». СПб., 1879.

Отчеты о состоянии Института инженеров путей сообщения имп. Александра I. СПб., 1874—1897.

77-я годовщина Института инженеров путей сообщения. СПб., 1897, 16 стр.

Список окончивших курс в Институте инженеров путей сообщения за 1810—1910 гг., 225 стр., б. м., б. г.

Institut des ingénieurs des voies de communication Empereur Alexandre I-er à Saint-Petersbourg, p. 9. S.-Petersbourg, 1908.

Юбилейный сборник инженеров путей сообщения, вып. 1878 г. (XXXV-1878 $\frac{29}{V}$ 1913) СПб., 1913, 128 стр., 42 портр.

Сборник Института инженеров путей сообщения, вып. LXXX. (Помещена статья: Из воспоминаний о пятидесятилетнем юбилее Института корпуса инженеров путей сообщения), стр. 232.

Сборник Института инженеров путей сообщения, вып. LII (Помещен отчет о чествовании памяти инженера Д. И. Журавского).

Пятидесятилетие Института корпуса инженеров путей сообщения. Исторический очерк, составленный Евг. Соколовским. СПб., 1859, 149 стр.

Список лиц, окончивших курс наук в Институте инженеров путей сообщения имп. Александра I с 1811 по 1882 г. (С кратким историческим очерком развития института). СПб., 1883, стр. 192 + 38.

Институт инженеров путей сообщения имп. Александра I.
Личный состав и распределение учебных занятий в 1866/67 г. СПб., 1866.

Институт инженеров путей сообщения. Программа преподавания предметов. СПб., 1867.

Résal H. Note sur les travaux scientifiques de H. Résal, Paris, 1873.

Résal H. Traité de cinématique pure. Paris, 1862.

Résal H. Traité de Mécanique générale comprenant les leçons professées à l'école polytechnique. Paris, 1873—1889.

L. Redtenbacher. Prinzipien der Mechanik und des Maschinenbaues. Mannheim, 1852.

Лебедев Д. Н. О пертурбации паровоза, зависящей от непостоянности давлений ползушек на направление линейки и движущей оси на вилки ползушек. (Магистерская диссертация). М., 1867.

Journal de l'Ecole Polytechnique, série 1, cahier 64. Paris, 1894.

Journal de l'Ecole Polytechnique, série 2, cahier I, Paris, 1895.

Comptes Rendus Hebdomodaires des Séances de l'Académie des Sciences, Tome quatre vingt-quatrième, Paris, 1877.

В. В. Голубев. Н. Е. Жуковский, М., 1940.

Е. А. Домбровская. Николай Егорович Жуковский, М.—Л., 1939.

Е. А. Домбровская. Н. Е. Жуковский в письмах и воспоминаниях. Рукопись 1946 г.

Н. М. Семенова. Даты научной и общественной деятельности проф. Н. Е. Жуковского. М.—Л., 1939.

Памяти профессора Николая Егоровича Жуковского. М., 1922.

Бобынин В. К. Григорий Григорьевич Скорняков-Писарев (Брокгауз и Эфрон, кн. 59).

Модзалевский Б. Л. Список членов имп. Академии Наук 1725—1907 гг. СПб., 1908.

La grande Encyclopédie, t. 15. Paris.

Каталог библиотеки конгресса (картотека Ленинской библиотеки).

J. C. Poggendorff's biographisch-literarisches Handwörterbuch. Bd. 5, 6. Berlin, 1926.

Сухомлинов М. И. История Российской Академии Наук, т. 3, СПб., 1876.

Архивные материалы

1. Московское областное архивное управление. Исторический архив № 3, фонд № 418.

Дело: № 331—1864 г., № 257—1859 г., № 288—1853 г., № 578—1863 г., № 355—1864 г., № 344—1876 г., № 603—1885 г., № 477—1885 г., № 146—1882 г., № 411—1886 г., № 871—1868 г.

2. Архив Московского государственного университета. Физико-математический факультет, 1813—1890 гг. Дела Совета Университета: № 748—1917 г., № 211—1920 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | <i>Стр.</i> |
|---|-------------|
| От автора | 3 |
| <i>Глава I.</i> Биография Н. Е. Жуковского | 7 |
| <i>Глава II.</i> Механика в России до Н. Е. Жуковского | 54 |
| <i>Глава III.</i> Деятельность Н. Е. Жуковского в Московском техническом училище и состоявшем при нем Политехническом обществе | 84 |
| <i>Глава IV.</i> Деятельность Н. Е. Жуковского в Московском университете и Московском математическом обществе | 104 |
| <i>Глава V.</i> Николай Егорович Жуковский — отец русской авиации | 125 |
| <i>Глава VI.</i> Научные труды Н. Е. Жуковского | 150 |
| Библиография | 169 |
| Печатные труды проф. Н. Е. Жуковского | 169 |
| Список подготовляемых к печати не опубликованных ранее рукописей проф. Н. Е. Жуковского, включенных в т. X полного собрания сочинений | 179 |
| Список просмотренной литературы | 180 |

*Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета
Академии Наук СССР*

Цена 7 руб. 50 коп.

РИСО № 2734. А—00615. Подп. и печ. 13/1 1947 г. Формат бумаги 60×92¹/₂.
Печ. л. 11¹/₂ +вклейка. Уч.-издат. 9,5 Тип. 5 000 Тип. ваяная 1414

2-я тип. Издательства Академии Наук СССР, Москва, Шубинский пер., д. 10