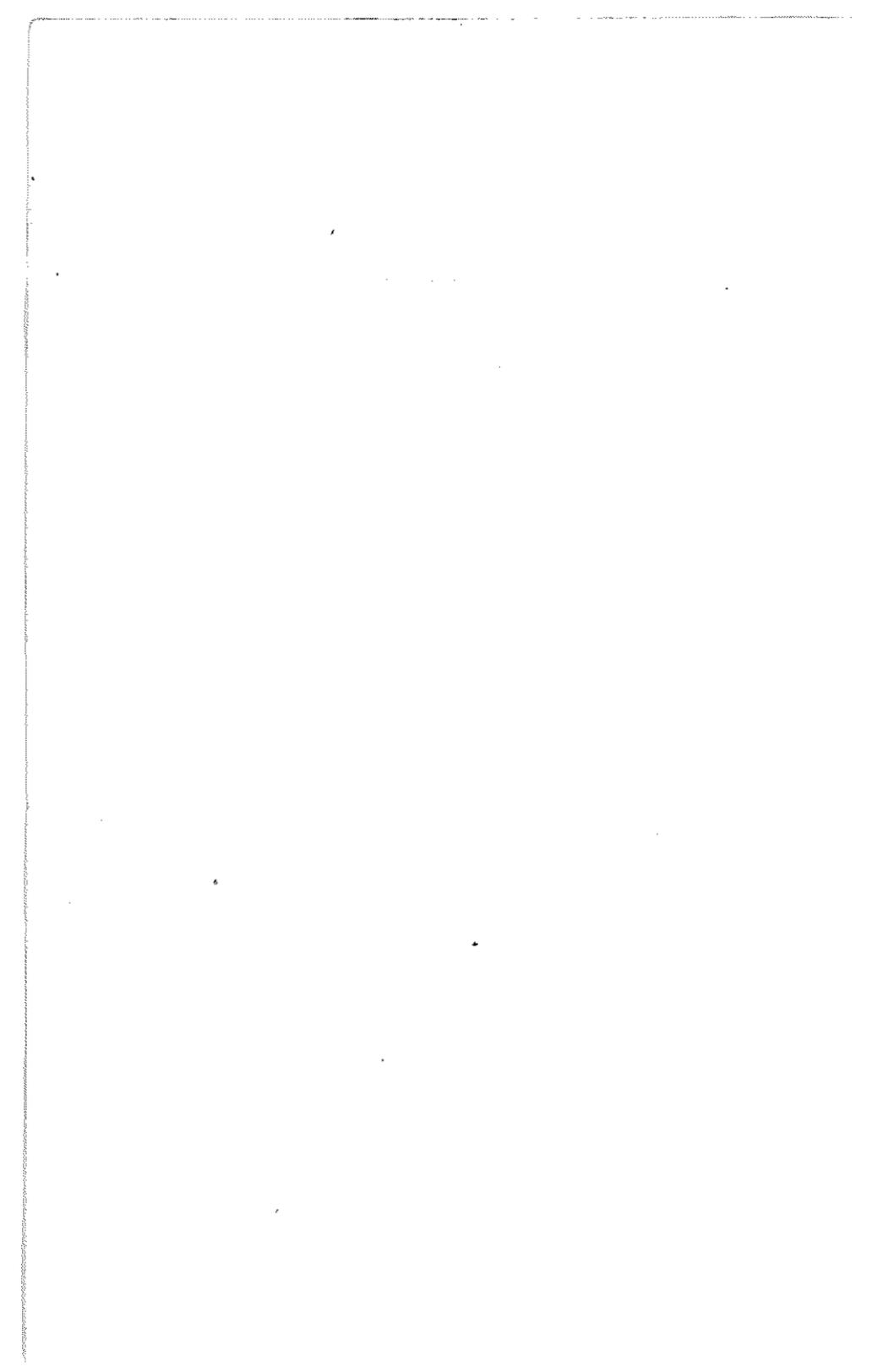






Н. Е. Кочин



С О Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Предисловие	4
Жизнь и деятельность Н. Е. Кочина	
Детство	5
Университет и Красная Армия	7
Главная геофизическая обсерватория	9
Академия наук Союза ССР	11
Педагогическая деятельность	13
Институт механики	14
Некоторые черты характера	15
Основные работы Н. Е. Кочина	
Работы по динамической метеорологии	16
Работы по поверхности разрыва	22
Проблема общей циркуляции атмосферы	27
Работы по гидродинамике	29
Работы по математике и механике	32
Литература	33

ПРЕДИСЛОВИЕ

Николай Евграфович Кочин был ученым советской эпохи. Весь творческий период его жизни проходил после Великой Октябрьской Социалистической революции, он всегда был преданным сыном своей Социалистической родины. Н. Е. Кочин был ученым очень широкого диапазона. Ему принадлежат крупные достижения в теоретической метеорологии, газовой динамике, теории волн, теории крыла, теории нелинейных колебаний, а также ряд математических работ.

Все основные исследования Н. Е. Кочина, отличаясь большой глубиной математического анализа, были направлены к решению фундаментальных проблем естествознания. В этом смысле он являлся прямым продолжателем той замечательной русской математической школы, основателями которой были Пафнутий Львович Чебышев и Александр Михайлович Ляпунов. К этой школе принадлежал и советский ученый, Александр Александрович Фридман, учитель Н. Е. Кочина в области теоретической метеорологии. По направлению своих гидродинамических исследований Н. Е. Кочин является последователем великих русских механиков — Николая Егоровича Жуковского и Сергея Алексеевича Чаплыгина.

Н. Е. Кочин является классиком советской науки, и его труды останутся богатым вкладом в сокровищницу русской науки и культуры.

ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ Н. Е. КОЧИНА

ДЕТСТВО

Николай Евграфович Кочин родился 19 мая 1901 года в Петербурге. Его отец, родом из крестьян Ростовской губернии, был приказчиком мануфактурного магазина. Николай Кочин был предпоследним (девятым) ребенком в семье.

У маленького Кочина рано проявилась способность к быстрому устному счету. Он любил ходить с матерью в продуктовый магазин, где поражал взрослых быстрым подсчетом стоимости покупок, за что иногда получал в награду конфету.

Когда Николаю Кочину исполнилось семь лет, его повели записываться в начальную городскую школу. Но он не был принят по возрасту. Мальчик очень огорчился, глядя на старших братьев, ему хотелось ходить в школу. Его приняли только на следующий год сразу во второй класс.

В первый же день занятий, побыв немного в школе, Кочин оробел и убежал домой, но когда ему объяснили, что школьнику полагается присутствовать на всех уроках, то он уже оставался в школе до конца занятий.

В классе Кочин был младше остальных учеников и меньше ростом, но держал себя серьезно, как большой, и не участвовал в играх товарищей. Считая, что такая серьезность мальчику не по летам, учительница Варвара Владимировна Кребер старалась привлечь его к общим играм, что удавалось ей с большим трудом. Но если Кочин вступал в игру с детьми, то с увлечением, обнаруживая большую находчивость.

К своей первой учительнице, Кребер, Кочин сохранил привязанность на всю жизнь; ей он написал одно из своих последних писем.

Ученье Кочину давалось легко, он хорошо писал сочинения, выделяясь среди товарищей абсолютной грамотностью.

Поэтому В. В. Кребер считала, что в будущем этот мальчик займется гуманитарными науками. Но и арифметика усваивалась Кочиним также очень легко.

Когда профессор педагогической академии А. П. Нечаев попросил В. В. Кребер привести в академию детей с различной скоростью восприятия, среди трех школьников был приведен Кочин, как ученик с очень быстрым и точным восприятием.

В академии он очень быстро и точно выполнил то, что от него требовали и что было ему понятно. Но когда Кочину показали набор бессмысленных слов, то он отвернулся и упорно не хотел ничего говорить. Другие же дети его возраста обычно исправляли лишние смысла предложения с помощью своей фантазии.

Профессор Нечаев обратил внимание на исключительные способности Кочина и предложил перевести его на стипендию в коммерческое училище при педагогической академии.

Однако далекое расстояние от училища до дома принудило по окончании начальной школы отдать Николая Кочина в Петербургскую первую гимназию. Будучи в гимназии, он не терял связь с В. В. Кребер. Вместе с группой ее бывших учеников Кочин посещал В. В. Кребер по воскресеньям. Они занимались изготовлением простейших приборов по физике и воспроизведением различных физических опытов.

В гимназии Кочин учился также очень хорошо. Он охотно оказывал помощь своим соученикам, обращавшимся к нему за решением трудных задач. Не раз случалось ему помогать своим старшим братьям и сестре. Он очень дорожил своей репутацией непогрешимого математика и не переносил, чтобы предложенная ему задача оставалась нерешенной. Это свойство сохранилось у него на всю жизнь.

Кочин был гимназистом старших классов, когда его сестра поступила на математическое отделение Высших женских курсов. Он с большим интересом читал ее книги по аналитической геометрии и анализу.

УНИВЕРСИТЕТ И КРАСНАЯ АРМИЯ

В 1918 году Кочин поступил в Петроградский университет, а на следующий год был призван в ряды Красной Армии. Сначала его служба состояла в несении дежурств в Петропавловской крепости. Здесь Кочин вел культурно-просветительную работу, обучал красноармейцев грамоте и естествознанию. Урывками он продолжал заниматься математикой.

В это время страна переживала тяжелый период иностранной интервенции и гражданской войны. Полк, в котором состоял Кочин, получил приказ выступить в ночь на 25 октября 1919 года в поход на Ямбург против генерала Юденича, стоявшего во главе контрреволюции на северо-западе.

Молодой математик, уходя на фронт, рассчитывая не прерывать своих занятий любимой наукой, захватил с собой стопку книг. Но после нескольких километров пешеходного пути был рад, что смог оставить книги у родственников на Средней Рогатке, через которую проходил полк.

На фронте Кочину вновь была поручена культурно-массовая работа, в которую входила доставка газет и брошюр красноармейцам. После ряда боев в пути полк подошел к Ямбуру. Комиссар Виноградов, всегда относившийся с отеческой заботой к молодому Кочину, послал его рано утром за газетами. Когда Кочин вернулся со своей ношей, ни одного человека из его подразделения, в том числе и комиссара Виноградова, не было в живых.

В 1920 году Николай Кочин был откомандирован в Петроградскую технико-артиллерийскую школу. Во время кронштадтского мятежа из курсантов школы была сформирована команда телефонной связи, в которую вошел и Кочин. На его долю выпало дежурство на Лисьем Носу, когда отряд красноармейцев, одетых для маскировки в белые халаты, отправился по льду на штурм Кронштадта.

Когда страна начала успокаиваться от военных тревог и обращаться к мирному созидательному труду, на первых курсах университета появилось много молодежи. На старших курсах, которые насчитывали лишь единицы студентов по отдельным специальностям, начали понемногу появляться слушатели в серых шинелях,

возобновившие свое ученье. Среди них был и Николай Кочин. По соглашению с малочисленной аудиторией лекции читались профессорами по вечерам. Кочин посещал их, еще будучи курсантом Артиллерийской школы. В 1922 году, когда Кочин заканчивал занятия в университете, его демобилизовали по слабости зрения.

Студенты обучались в тяжелых условиях, но бодро переносили лишения. В главном здании университета было холодно, занятия сосредоточивались в физическом институте и в здании студенческого общежития. Для отопления общежития студенты своими силами разобрали деревянный дом. Не всегда можно было попасть на трамвай, и Кочин частенько проходил длинный путь от дома до университета пешком.

Небольшая группа студентов старших курсов работала с увлечением. Профессора и преподаватели с подъемом читали специальные курсы, на которых часто слушателями были, кроме трех-четырех студентов, еще два-три преподавателя.

Основной курс анализа Кочин слушал у Н. М. Гюнтера, излагавшего предмет строго и обстоятельно. Однажды лектор около двух часов посвятил доказательству одной тонкой теоремы. Тогда Кочин предложил свое вполне строгое доказательство, изложение которого заняло всего около пяти минут.

Курс теории чисел Н. Е. Кочин прослушал у И. М. Виноградова.

В. И. Смирнов читал ряд специальных курсов по теории функций и дифференциальных уравнений. Г. М. Фихтенгольц излагал теорию тригонометрических рядов. У А. А. Маркова Кочину довелось прослушать курс теории вероятностей. Это был последний из прочитанных Марковым курсов — он умер в 1922 году.

Профессорами механики в университете были в то время И. Г. Мещерский и Г. В. Колосов. Специальный курс гидромеханики читал А. А. Фридман. Физики, совместно с математиками, устраивали семинары и отдельные доклады по вопросам теоретической физики и тензорному исчислению.

Н. Е. Кочин подробно записывал лекции и доклады и основательно их прорабатывал. Он бережно хранил записи всех прослушанных им лекций и докладов и до конца жизни имел обыкновение записывать их краткое содер-

жание. В университете Кочин получил глубокое математическое образование и хорошую общую теоретическую подготовку для дальнейшей научной деятельности.

В последующие годы, уже будучи аспирантом и преподавателем Ленинградского государственного университета, Н. Е. Кочин был постоянным участником различных университетских семинаров: по задаче трех тел, по теории функций, по теории дифференциальных уравнений. Еще будучи студентом, он застал конец семинара по уравнениям математической физики, который вел В. А. Стеклов. Семинар по системам линейных дифференциальных уравнений был начат молодым талантливым ученым И. А. Лаппо-Данилевским. После его смерти семинар продолжался и был посвящен изучению работ Лаппо-Данилевского.

Группа лиц, оканчивающих в то время математическое отделение Ленинградского университета, сблизилась между собой и с некоторыми из профессоров. Такому сближению весьма способствовала профессор математики Надежда Николаевна Гернет, отзывчивая и добрая женщина. К ней приходили студенты и окончившие университет послушать новости учебной жизни. Она показывала последние книжные новинки по математике, всегда лежавшие горкой у нее на столе.

ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

В 1922 году, после отчисления из Технико-артиллерийской школы, Н. Е. Кочин поступил вычислителем в Математическое бюро Главной геофизической обсерватории, организованное выдающимся гидромехаником Александром Александровичем Фридманом.

Главная геофизическая обсерватория (ГГО), называвшаяся до 1924 г. Главной физической обсерваторией, в то время занималась изучением физики земного шара, или геофизики. Особенно большое внимание уделялось изучению атмосферы. Для выяснения физических законов, действующих в атмосфере, нужно было накопить большой материал наблюдений над метеорологическими элементами: давлением и температурой воздуха, скоростью ветра, влажностью и т. д.

В древности под метеорологией понимали все явления, происходящие, как думали, на небе: движение звезд,

образование облаков, ветра, выпадение осадков и т. д. Астрономия и метеорология за 500 лет до нашей эры составляли одну науку, наблюдения метеорологического и астрономического характера производились одновременно. Поэтому под названием «обсерватория» подразумевалось каждое учреждение, ведающее наблюдениями. Геофизическая же обсерватория ведала только сетью метеорологических (но не астрономических) станций.

В 1920-х годах, когда в ГГО было организовано Математическое бюро, назрела необходимость в развитии динамической метеорологии, точнее — теоретической метеорологии, — науки, которая, опираясь на методы физики, математики и теоретической механики, стремится дать теоретическое объяснение процессов, происходящих в атмосфере.

То, что было сделано в этой области за границей, в частности в Норвегии, было явно недостаточно: надо было применить более строгие методы математики и более глубокие гидромеханические исследования. Эта роль выпала на долю советских математиков, которые (в их числе и молодой Кочин) очень скоро стали во главе нового направления в науке.

В Главной геофизической обсерватории А. А. Фридман предложил Кочину заняться изучением его книги «Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости». Очень скоро Кочин основательно разобрал ее, и Фридман, со свойственной ему экспансивностью, утверждал: «Кочин знает мою книгу лучше меня! Теперь посмотрим, как он сам будет решать задачи!». А когда Кочин нашел случай адиабатического движения с образованием вихрей, которого до того не удалось найти Фридману, то последний пришел в полный восторг.

По решению президиума Академии наук СССР, к 200-летию Академии В. И. Смирнову была поручена подготовка к печати научных рукописей, оставшихся после смерти великого русского математика А. М. Ляпунова. Привлеченный к этой работе, Кочин, вместе с В. И. Смирновым, провел наиболее трудную и ответственную часть работы, а именно разбор обширных рукописей Ляпунова по существу. В первое время в этой работе принимал участие и Фридман. Но он скончался в 1925 году, когда был издан лишь первый том исследо-

ваний Ляпунова о фигурах равновесия вращающейся жидкости.

После преждевременной смерти Фридмана Кочин остался по существу главой его школы. В Отделе теоретической метеорологии, преобразованном из Математического бюро, в то время работали: Л. В. Келлер, И. А. Кибель, П. Я. Полубаринова (с 1925 года жена Кочина).

В дальнейшем Отдел теоретической метеорологии вырос в Институт теоретической метеорологии. В 1933 году Николай Евграфович был утвержден директором этого института, заменив Льва Васильевича Келлера, который оставил свои обязанности вследствие преклонного возраста. Л. В. Келлеру принадлежат важные исследования по статистической теории турбулентности и задаче об отыскании периодичностей в рядах метеорологических элементов. В первом томе собрания сочинений Н. Е. Кочина напечатана статья, посвященная Л. В. Келлеру.

В связи с переводом Академии наук СССР в Москву Н. Е. Кочин покинул Ленинград. Во главе Института теоретической метеорологии стал И. А. Кибель, который вместе со своими сотрудниками, Е. Н. Блиновой, М. И. Юдиным, М. Е. Швецом, Р. Э. Соловейчиком и др., продолжал развитие теоретической метеорологии. Труды А. А. Фридмана, Н. Е. Кочина, Л. В. Келлера, И. А. Кибеля и их учеников эта наука достигла в Советском Союзе высокого развития.

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

С 1932 года Кочин начал работать в Математическом институте Академии наук им. В. А. Стеклова. Помимо своей основной работы, он занимался подготовкой к печати посмертных рукописей И. А. Лаппо-Данилевского по теории систем линейных дифференциальных уравнений. Вместе с тем Н. Е. Кочин напечатал две свои статьи из этой области.

По переезде в Москву Н. Е. Кочин был назначен заведующим отделом механики Математического института. На выбор тематики оказало влияние его пребывание в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ) в 1936—1937 годах, куда он был привлечен С. А. Чаплыгиным. Кочин стал заниматься теорией вол-

нового сопротивления тел, движущихся в жидкости, и теорией крыла. Будучи очень искусным математиком, он всегда ясно представлял механическую сущность явлений. В своих работах был точен и аккуратен. Все его выводы и рассуждения отличались строгостью и законченностью. В необходимых случаях решение задач доводилось до числовых результатов, причем вычисления, иногда очень сложные, обычно он производил сам.

Примером искусного преодоления математических трудностей являются работы Николая Евграфовича по теории крыла. После одного из его докладов на эту тему С. А. Чаплыгин выразил глубокое удивление тому, что Кочин справился с такой трудной задачей.

Н. Е. Кочин благодаря большим познаниям стал общепризнанным авторитетом во всех областях механики. Он с интересом и охотой выслушивал научных работников, аспирантов, инженеров и студентов, обращавшихся к нему с различными вопросами по теоретической метеорологии, газовой динамике, гидродинамике корабля, исследованию явлений взрыва, теории гидравлических машин, теории пограничного слоя и т. д. Н. Е. Кочин всегда умел указать правильный путь для решения обсуждаемых проблем.

Присутствуя на докладах, Николай Евграфович часто проявлял блестящий ум, заставляя докладчика разъяснить самое существенное из его сообщения или оказывая помощь докладчику, запутавшемуся в выкладках.

Известный своими теоретическими работами Н. Е. Кочин высоко ценил экспериментальные результаты, глубоко и подробно вникая в постановку экспериментов и обработку полученных данных. Его интересовали и эксперименты, связанные с его работой по обтеканию гор, и эксперименты, производившиеся по его заказу, по определению аэродинамических характеристик решетки профилей, встречающихся при расчете рабочего колеса гидротурбин. Он интересовался и экспериментами, не связанными непосредственно с его теоретическими исследованиями, например относящимися к вопросам воронкообразования в водном потоке.

Отойдя, в связи с переездом в Москву, от непосредственной работы в Главной геофизической обсерватории, Н. Е. Кочин продолжал интересоваться теоретической метеорологией. Он занимался вопросом образования

волн возле гор, считая атмосферу идеально несжимаемой жидкостью.

• В 1939 году Н. Е. Кочин был избран в действительные члены Академии наук СССР. Это избрание было выражением признания его научных заслуг.

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В 1924 году Н. Е. Кочин был оставлен аспирантом при физико-математическом факультете Ленинградского государственного университета для подготовки к научной и педагогической деятельности по кафедре механики и прикладной математики.

В то же время он начал преподавание в университете, а в 1925 году был зачислен старшим ассистентом по кафедре механики. По окончании аспирантуры Кочин был утвержден доцентом, а затем профессором университета. Кроме того, он преподавал теоретическую механику в Военно-морской академии и Горном институте. Впоследствии Н. Е. Кочин читал лекции и заведывал кафедрой гидромеханики в Московском государственном университете. В годы Отечественной войны он прочел курс гидродинамики студентам Казанского университета.

В начале своей педагогической деятельности Кочин был застенчив. Он выглядел очень молодо и держался неуверенно. Но вскоре из него выработался умелый преподаватель, читавший лекции на очень простом языке и излагавший материал в сжатых, скупых выражениях. Его специальные курсы были всегда очень содержательны. Он говорил, что чем больше он готовится к лекции, тем короче у него получается изложение данного вопроса. В Московском университете Н. Е. Кочин прочел специальные курсы: «Об устойчивости движения жидкостей», «О волновом сопротивлении тел» и «Гидродинамическая теория решеток». Заведая кафедрой, он давал серьезные темы для студенческих дипломных работ и руководил семинарами для аспирантов и студентов.

Ясность, отчетливость изложения и умение выделить основное характеризуют курсы, написанные Н. Е. Кочиным. Руководство по гидромеханике, которое он редактировал и составил совместно с Н. В. Розе и И. А. Кибелем, стало настольной книгой для всех, занимающихся

гидродинамикой. Можно утверждать, что все современные научные и технические работы, связанные с рассмотрением движений жидкостей и газов, находят свои истоки в этом капитальном труде. Большой известностью пользуется курс Кочина по векторному и тензорному исчислениям. Главы, написанные им в «Динамической метеорологии», отличаются большой глубиной и оригинальностью.

ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ

В 1939 году был основан Институт механики Академии наук СССР, и Н. Е. Кочин, только что выбранный в академики, перешел в него вместе с группой других сотрудников Математического института Академии наук. В Институте механики он заведывал отделом аэрогидромеханики. В 1942 году Кочин был утвержден членом Бюро Отделения технических наук Академии наук СССР.

Николай Евграфович был душой Института механики. Он уделял большое внимание руководству работой семинара по механике. Большинство работ по механике и гидромеханике проходило через руки Николая Евграфовича, получая его критическую оценку. Он как член редколлегии принимал самое деятельное участие в издании печатного органа института — журнала «Прикладная математика и механика» — и был ответственным редактором ряда выпусков этого журнала.

Искренний патриот своей Родины, Николай Евграфович с первых дней Великой Отечественной войны отдает свои знания Советской Армии, выполняя ряд оборонных работ.

Во время пребывания в эвакуации Н. Е. Кочин был тяжело болен. Ему пришлось ампутировать ногу. Около года он пролежал в больнице, сначала в Казани, а затем в Москве. В декабре 1943 года он возвратился в свою московскую квартиру бодрым, преисполненным желанием работать, с намеченным планом научных занятий. Весной 1944 года он прочел в Московском университете курс по теории решеток, к которому тщательно готовился. Осенью Николай Евграфович начал читать специальный курс по теории струй. Однако закончить этот курс он не смог, так как состояние его здоровья сильно ухудшилось. Тем не менее он продол-

жал составлять лекции с тем, чтобы его записи были прочитаны в студенческой аудитории.

В последние месяцы жизни Н. Е. Кочин завершил свое новое исследование по теории крыла. После его смерти осталось несколько работ, которые были подготовлены к печати и опубликованы его учениками и товарищами.

Николай Евграфович много времени уделял научному редактированию различных изданий, проявляя и здесь свою обычную скромность и добросовестность. Некоторые из отредактированных им монографий содержат его замечания, вставки и даже целые главы с оригинальными результатами большого научного значения.

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ ХАРАКТЕРА

Николай Евграфович обладал исключительной скромностью, врожденной простотой, приветливостью в обращении и полным отсутствием желания как-либо выйти вперед. Так, избранный секретарем Московского математического общества в 1938 году, он продолжал вести свою секретарскую работу и в 1939 и 1940 годах, когда был академиком, при этом он конспектировал доклады, составлял списки членов общества и проч., т. е. вел всю черновую работу.

Чрезвычайно строгий и принципиальный, Николай Евграфович с изумительной щедростью и простотой оказывал научную помощь всем, кто бы ни обратился к нему, не считаясь, с тем, исправляет ли он мелкую ошибку или делает сам большую часть работы. Безупречная научная честность, огромная математическая сила часто приводили к безмолвному единодушному выбору Николая Евграфовича как бы верховным судьей в научных дискуссиях.

Н. Е. Кочин был добрым и отзывчивым человеком. Не раз ему доводилось оказывать помощь людям, попавшим в затруднительное материальное положение.

Он всегда интересовался школьными занятиями своих детей и давал им обстоятельные консультации по вопросам математики, физики и общественно-политическим. Иногда он любил играть с кем-нибудь из детей или родственников в шахматы.

Большая непосредственность и жизнерадостность составляли основные черты характера Н. Е. Кочина. Он всегда проявлял глубокий интерес к работе, к общественной жизни, к природе и искусству. Он ценил жизнь, бережно относился к здоровью и всегда выполнял предписания врачей.

У Николая Евграфовича необыкновенно развито было чувство нравственного долга. За несколько дней до смерти, уже не будучи в состоянии читать корректуру своей статьи, он все же нашел силы собрать все присланные ему на отзыв или просмотр работы, прочесть их и продиктовать ответы и рецензии.

Николай Евграфович скончался накануне 1945 года, 31 декабря 1944 года.

ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ Н. Е. КОЧИНА

Свои научные работы Н. Е. Кочин опубликовал в различных журналах. Собрание его трудов издано Академией наук СССР в двух томах, из которых первый содержит работы по динамической метеорологии, а второй — работы по гидродинамике, общей механике и математике.

Здесь мы даем краткое изложение содержания основных работ Н. Е. Кочина.

РАБОТЫ ПО ДИНАМИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Предварительно мы коротко остановимся на общей характеристике книги А. А. Фридмана, с изучения которой Кочин начал свою научную деятельность.

Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости. В гидромеханике под жидкостью принято понимать как собственно жидкости (капельные жидкости), так и газы. Капельные жидкости (вода, нефть) отличаются слабой сжимаемостью: если к сосуду с водой плотно пригнать поршень и с его помощью сжимать воду, то нужно положить на поршень очень большой груз, чтобы на глаз обнаружить уменьшение объема воды. Напротив, объем газа легко изменяется при изменении давления. Газ является сжимаемой жидкостью. Обычно, когда говорят о сжимаемой жидкости, под нею понимают именно газ, в частности воздух, из которого состоит атмосфера.

Как известно, плотность воздуха и его давление изменяются с высотой, убывая при подъеме. Плотность воздуха связана с давлением. При нагревании плотность воздуха уменьшается и изменяется давление, так как оно зависит от плотности и температуры. В таком случае говорят, что воздух является бароклининой жидкостью. Если движение воздуха происходит при условии, когда давление зависит только от плотности (но не от температуры), то жидкость называют баротропной. При движении воздуха, вследствие наличия в нем скоростей, давление будет меняться от точки к точке, в силу этого и плотность частиц воздуха будет меняться.

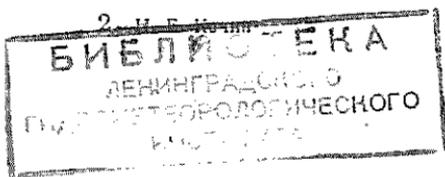
При движении капельной жидкости ее плотность обычно можно считать постоянной. Для такой жидкости (несжимаемой) уравнения гидродинамики будут значительно проще, чем для сжимаемой. Поэтому естественно, что в гидродинамике почти все исследования были посвящены изучению движений несжимаемой жидкости (и притом идеальной, т. е. не обладающей вязкостью), и этот вопрос был наиболее разработанным.

Для развития динамической метеорологии потребовалось прежде всего знание основных законов движения сжимаемой жидкости, чему и посвятил свою работу А. А. Фридман.

Наиболее важным в теории атмосферных движений является изучение вопроса о возникновении вихрей в сжимаемой жидкости, а также о законах изменения и разрушения вихревых линий и вихревых трубок. Этим вопросам посвящена первая часть работы Фридмана.

Не менее важной является вторая часть книги. Здесь Фридман приводит метод для решения некоторых задач из области атмосферных движений, т. е. при переменных плотности и температуре. Он назвал этот метод «условия динамической возможности движения», т. е. те условия, которые нужно наложить на поле скоростей и заданных сил, чтобы определить давление и плотность из уравнений гидродинамики. Основными силами, которые нужно учитывать при изучении атмосферных движений, являются сила тяжести и отклоняющая сила вращения земли (сила Корнолиса).

Книга А. А. Фридмана была переиздана посмертно (в 1934 году) под редакцией Н. Е. Кочина, с дополнительной статьей, в которой он принял участие, содержа-



щей изложение главнейших работ учеников А. А. Фридмана, развивавших его идеи.

Работа о перемещающемся циклоне. Основательно проработав «Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости», Н. Е. Кочин занялся большой и важной задачей — построением теоретической модели циклона, перемещающегося по земной поверхности. К этому времени уже существовало несколько работ, рассматривавших движение типа циклона. Однако предположения, которые при этом делались с целью упрощения задачи, приводили к тому, что построенная модель оказывалась далекой от действительности. В совсем старых работах — Обербека, Марки, — рассматривались стационарные движения несжимаемой жидкости. Релей также считал плотность воздуха постоянной и пренебрегал вертикальной составляющей, отклоняющей силы вращения земли. Другие метеорологи вводили те или иные предположения не по существу рассматриваемого вопроса, а исключительно с целью упрощения вычислений. Например, предполагали, что изобары, т. е. линии равного давления, совпадают с линиями тока.

Фридман решал задачу в общем предположении, что плотность есть функция давления и температуры, причем он считал, что в каждой горизонтальной плоскости имеется свой центр, вокруг которого вращается жидкость. Однако угловую скорость вращения он считал не зависящей от высоты. Оказалось, что движение возможно лишь в двух случаях, каждый из которых представляется мало интересным для метеорологии: в одном из них получается постоянная плотность, поэтому модель может быть пригодной лишь для рассмотрения очень низкого циклона, в другом получается постоянное, т. е. не изменяющееся со временем, семейство изобар, поэтому циклон по существу является стационарным.

Случай, изученный Кочинным, представляет большой шаг вперед и дает наиболее общую из построенных до того времени моделей циклонов и антициклонов. Кочин, сохраняя все условия задачи, принятые Фридманом, считает угловую скорость вращения зависящей от высоты, не задаваясь, однако, заранее законом этой зависимости. Специально проведенное исследование показало, что угловая скорость вращения не зависит от времени (отметим, что силы вязкости не учитываются). Вертикальной

скоростью Н. Е. Кочин, как и другие авторы, пренебрегает.

При поставленных условиях Кочин получает перемещающийся циклон или антициклон, так как ось циклона (так называется геометрическое место центров вращения) оказывается меняющейся со временем. Из уравнений гидродинамики Н. Е. Кочин находит семейство изобарических поверхностей. В некоторых случаях получаются параболоидальные поверхности, вогнутые, имеющие минимум давления. Следовательно, мы получаем циклон. В других случаях эти параболоидальные поверхности выпуклые, имеющие максимум давления, и следовательно, получаем антициклон. Пересечение изобарических поверхностей горизонтальными плоскостями дает семейство окружностей. Центр каждой из таких окружностей есть точка минимума (или максимума) некоторой изобарической поверхности и называется «динамическим центром», геометрическое место динамических центров на разных высотах образует «динамическую ось» циклона (или антициклона). Оказалось, что динамическая ось не совпадает с осью циклона.

Для плотности воздуха получилась совершенно определенная зависимость от угловой скорости вращения. Н. Е. Кочин поступает так: он задается распределением плотности (или же удельного объема) с высотой и отсюда уже находит зависимость угловой скорости вращения от высоты. Температура находится с помощью уравнения Клапейрона, в зависимости от давления и плотности.

Н. Е. Кочин провел обширные вычисления и дал конкретные иллюстрации к теоретическим схемам. Он получил для циклона и антициклона изобарические, изотермические и изостерические (равного удельного объема) поверхности. Оказалось, что они пересекаются друг с другом, следовательно, по теореме Бьеркнеса, должно иметь место образование и разрушение вихрей.

По известному из термодинамики уравнению притока энергии Кочин определял для циклона поверхности равного притока энергии. Они являются гиперболическими цилиндрами с образующими, параллельными меридиану. Горизонтальная плоскость на высоте около двухсот метров (для выбранного им частного случая) оказалась поверхностью нулевого притока тепла. Она разделяет

область циклона на четыре части: две — передняя, нижняя и верхняя, задняя — с отрицательными притоками тепла и две — с положительными. В среднем для величины притока тепла получилось 10^{-6} больших калорий на 1 куб. метр воздуха в единицу времени, что соответствует атмосферной действительности.

Н. Е. Кочин задается определенной траекторией центра циклона, т. е. точкой минимума давления на поверхности земли. Например, он предполагает, что этот центр движется по прямой и по окружности. Тогда можно найти траектории отдельных частиц. Они оказываются сложными линиями, имеющими петли и точки возврата, и очень похожи по своему характеру на те траектории частиц воздуха, которые наблюдались в действительности.

Отметим, что для некоторых значений угловой скорости вращения оказалось возможным такое движение, которое Кочин называл аномальным циклоном. Это движение обладает минимумом давления как у циклона, но с вращением по часовой стрелке, что характерно для антициклона. Такие движения наблюдаются в действительности в смерчах и торнадо, — вихреобразных движениях, захватывающих малые области атмосферы.

Рассматривая столь сложную модель атмосферных движений, представляющую значительное обобщение по сравнению с теми, которые были даны его предшественниками, Кочин ввел ряд новых понятий. К их числу принадлежит понятие о «скорости распространения циклона», т. е. скорости движения центра циклона в массе воздуха. При изучении циклонов считают, что циклоническое движение захватывает некоторую ограниченную часть жидкости — «область циклона» — и что на периферии этой области движение переходит в другие формы. Можно принять, что в каждой горизонтальной плоскости к области циклона относятся частицы, лежащие внутри круга некоторого определенного радиуса с центром в динамическом центре. Тогда получается, что во время движения область циклона не будет состоять все время из одних и тех же частиц: некоторые частицы будут отставать и выходить из области циклона, другие будут захватываться циклоном. Этот процесс может быть охарактеризован величиной «скорости распространения циклона», которая представляет собой разность между скоростью

перемещения центра циклона и скоростью той частицы воздуха, которая в этот момент совпадает с центром циклона. Таким образом мы имеем в циклоне и перемещение масс, и перемещение явления циклона. Н. Е. Кочин дает количественную характеристику этих перемещений.

Адиабатическое движение с образованием вихрей. Из общих теорем гидродинамики идеальной (т. е. не вязкой) жидкости известно, что если жидкость баротропна, т. е. если давление зависит лишь от плотности, но не от температуры, то при консервативных силах (к их числу относится сила тяжести) невозможно образование и разрушение вихрей. Следовательно, если вихри были в жидкости, то они будут в ней сохраняться, если же их не было, то они и не могут возникнуть.

Наоборот, если жидкость бароклинна, т. е. если давление зависит и от плотности, и от температуры, то возможно возникновение и разрушение вихрей (теорема Бьеркнеса). Можно поставить вопрос, не является ли это обстоятельство, т. е. отсутствие сохраняемости вихревых линий и интенсивностей вихревых трубок, следствием наличия притока энергии. Другими словами, будет ли иметь место теорема Бьеркнеса при отсутствии притока тепла, т. е. в случае адиабатического движения. Фридман писал по этому поводу: «Нам не удалось найти примера такого движения, равно как и показать, что оно невозможно; в настоящей работе этот вопрос остается открытым; он представляется нам чрезвычайно важным, так как указывает на возможность или невозможность образования вихрей без притока энергии».

Пример такого адиабатического движения, для которого условия сохраняемости вихревых линий не выполняются, был найден Н. Е. Кочиным. Тем самым было показано, что вихри могут образоваться и без притока энергии. Пример Кочина представляет частный случай его циклона, а именно движение, в котором частицы вращаются вокруг вертикальной оси с угловой скоростью, зависящей от высоты, причем из сил рассматривается только сила тяжести. Здесь вихревые линии являются плоскими кривыми, лежащими в вертикальных плоскостях, проходящих через ось вращения. Поэтому, если в некоторый момент мы рассмотрим вихревую линию, то,

вследствие того, что угловая скорость различна на различных высотах, частицы, из которых состоит вихревая линия, не могут все попасть на одну и ту же вертикальную плоскость, проходящую через ось вращения, и, следовательно, новые вихревые линии, которые должны лежать в новой вертикальной плоскости, будут состоять уже из других жидких частиц. Это и характеризует процесс разрушения вихревых линий.

Таким образом, Кочиным в положительном смысле решен вопрос о возможности возникновения и разрушения вихрей в случае адиабатического движения. Эта работа Н. Е. Кочина была опубликована в 1923 году и была его первой печатной работой.

РАБОТЫ ПО ПОВЕРХНОСТИ РАЗРЫВА

Понятие поверхности разрыва метеорологических элементов имеет в современной метеорологии первостепенное значение, в особенности в проблеме циклогенеза — зарождения и развития циклонов.

Согласно принятой теперь фронтологической теории циклоны возникают из грандиозных волн, нескольких сотен километров длины, образующихся на поверхностях раздела, которые отделяют холодные массы от теплых. Что же называют поверхностью разрыва в метеорологии?

Часто бывает, что один или несколько метеорологических элементов очень быстро изменяют свои значения в некотором тонком слое. Так, при подъеме вверх наблюдается постепенное падение температуры, однако бывает, что на некоторой высоте это падение приостанавливается и заменяется на протяжении 100—120 метров резким подъемом температуры, после чего при дальнейшем подъеме опять начинается падение температуры. Такое явление называется инверсией температуры. Разность температур на границах указанного тонкого слоя может достигать 10° и даже более. Такие слои резкого изменения температуры могут, будучи несколько наклонены к горизонту, простираются в горизонтальном направлении на большие расстояния. Так, если наклон слоя к горизонту порядка $0,01$ радиана, т. е. порядка $30'$, то при толщине слоя в 200 метров он будет пересекать землю по полосе в 20 километров. Поэтому на синоптической карте будет отмечен слой резкого изменения метеорологических эле-

ментов (резкое изменение могут претерпевать не только температура, но и скорость ветра, влажность и т. д.).

При теоретическом рассмотрении бывает удобно слой быстрого изменения метеорологических элементов заменить поверхностью разрыва, т. е. поверхностью, при переходе через которую эти элементы испытывают резкое, скачкообразное изменение. Таким образом поверхность разрыва есть схематическое представление слоев быстрого изменения элементов.

Если резкому изменению подвергается метеорологический элемент (температура, плотность и т. п.), то говорят — имеется сильный разрыв. При этом разрывом называется разность между значениями элемента по одну и по другую сторону от поверхности разрыва. Если элемент непрерывен, но его производная терпит разрыв, то говорят — имеется слабый разрыв.

Н. Е. Кочин прежде всего занялся развитием общей теории поверхностей разрыва в жидкости. До его исследований изучался вопрос о перемещении в жидкости поверхностей слабого разрыва, случай же разрыва непрерывности составляющих скорости, плотности и других величин, важных при рассмотрении атмосферных движений, не был еще исследован с достаточной строгостью и полнотой. Работы Кочина восполняли этот пробел. Кроме того, Кочин изучил вопрос об условиях существования разрывов как сильных, так и слабых в жидкости, проводящей тепло и вязкой, и установил возможные случаи распада произвольного разрыва. Эти результаты вошли в современные учебники по газовой динамике.

Кочин заложил основы рациональной теории взрыва, связанной с образованием поверхностей разрыва. Поверхности разрыва в метеорологии, состоящие из одних и тех же частиц, разделяющих массы воздуха, называют стационарными. Для них давление и нормальная составляющая скорости остаются непрерывными при переходе через поверхность разрыва.

Поверхности разрыва, отделяющие холодные массы воздуха от теплых, наклонены так, что холодная масса как бы вклинивается в теплую. Линия пересечения такой поверхности разрыва с поверхностью земли называется фронтом. На синоптической карте часто видно, как на фронте образуется изгиб, волна, которая заостряется,

а вокруг ее вершины возникает поле замкнутых изобар и область пониженного давления, т. е. циклон.

Вопросу о том, где и когда на фронте образуется волна, переходящая затем в циклон, посвящено много работ, в частности обширный меморандум В. Бьеркнеса и его сотрудников, где они пытаются отождествить момент возникновения циклонической волны с моментом потери устойчивости поверхности разрыва. Таким образом вопрос об устойчивости поверхностей разрыва приобретает важное значение в проблеме циклогенеза.

Однако Бьеркнесу и его последователям не удалось найти правильного подхода к решению проблемы об устойчивости. Им был рассмотрен лишь частный случай двух бесконечно протяженных по вертикали масс, т. е. не учитывалось присутствие земной поверхности.

Н. Е. Кочин, решая проблему об устойчивости поверхностей разрыва методом длинных волн, когда пренебрегаются вертикальные ускорения, выделил именно те типы возмущений поверхностей разрыва, которые имеют существенное значение для образования циклонов. Это позволило Н. Е. Кочину в его работе «Об устойчивости поверхностей разрыва Маргулеса» довести до конца решение проблемы об устойчивости поверхностей раздела воздушных масс, косо залегающих одна по отношению к другой и ограниченных снизу поверхностью земли, сверху — горизонтальной плоскостью. Кочин установил наличие двух областей неустойчивости поверхности раздела: одна область неустойчивости соответствует коротким волнам, другая — длинным волнам, порядка 500—1000 километров, что и отвечает как раз циклоническим волнам. Эти области неустойчивости разделяются интервалом устойчивости возмущений для волн средней длины.

При изучении вопросов устойчивости поверхностей разрыва Кочин проявил присущее ему искусство в выборе математического метода для исследования этих вопросов. Это позволило ему получить решения в наиболее ясной и изящной форме. Поэтому многие методы, которыми он пользовался впервые, теперь широко применяются в работах других авторов.

Полученное Кочинным полное решение задачи об устойчивости поверхностей раздела привело к большому числу дальнейших обобщений и исследований в работах

А. А. Дородницына, М. И. Юдина, Е. Н. Блиновой. Е. Н. Блинова приняла в расчет вертикальные ускорения, которыми Кочин пренебрегал, и получила результаты, в основном совпадающие с теми, которые получил Кочин. Этим был разрешен вопрос о законности отбрасывания вертикальных ускорений в этих задачах.

Идея пренебрежения вертикальными ускорениями, характерная для метода длинных волн, оказалась очень плодотворной и была с успехом применена к исследованию колебаний поверхностей разрыва с конечной амплитудой. Область применения метода Кочина быстро расширялась и в конечном итоге привела к построению теорий, позволивших впервые в истории метеорологии проложить непосредственный путь от гидродинамики к синоптике, что было выполнено И. А. Кибелем.

По словам И. А. Кибеля, «работа Кочина по циклогенезу не только дала исчерпывающее решение вопроса, но и была революционной по своей методике: она позволила совершенно по-новому подойти к большому кругу новых вопросов, указала, как стать на путь обобщений, так далеко сейчас уведший вперед нашу отечественную динамическую метеорологию».

К теории фронтов Н. Е. Кочин вернулся при составлении курса «Динамической метеорологии», в котором ему принадлежат главы по волнам и поверхностям разрыва в атмосфере. В конце главы «Поверхности разрыва» Кочин уточняет вопрос о классификации поверхностей разрыва и с большой глубиной излагает вопрос о происхождении поверхностей разрыва.

Кроме того, он принял участие в составлении главы по статике атмосферы. Здесь Кочин изложил результаты исследований по вопросу о составе атмосферы на больших высотах, доложенных им на конференции по изучению стратосферы в 1934 году.

Совместно с Л. В. Келлером Кочин занимался задачей «Об условиях устойчивости зональной циркуляции атмосферы вокруг земли». Эта задача была поставлена еще Гельмгольцем в 1888 году.

Исследование Келлера и Кочина возникло в результате одной из дискуссий, которые разгорались на заседаниях семинара по динамической метеорологии, проводив-

шегося очень оживленно в Главной геофизической обсерватории. Речь идет о нахождении критериев устойчивости движений воздуха, происходящих по кругам широт вокруг всего земного шара. Эти движения, называемые зональными, могут быть описаны с помощью трех функций: вращательного момента, давления и потенциальной температуры, — так называется специальная функция температуры и давления, обладающая свойством сохраняться при адиабатических процессах.

Гельмгольц рассмотрел частный случай двух масс воздуха, из которых каждая имеет свой постоянный вращательный момент и свою постоянную потенциальную температуру. Такие две массы отделяются друг от друга поверхностью разрыва, условия устойчивости которой искал Гельмгольц. Кочин и Келлер рассмотрели общий случай произвольного распределения температур и вращательного момента, получили в виде неравенств условия устойчивости и дали исчерпывающие метеорологические толкования этих условий применительно к реальной циркуляции атмосферы. Так, они получили следующие правила: при непрерывном распределении элементов в устойчивой зональной циркуляции атмосферы потенциальная температура должна возрастать к полюсу мира, а квадрат вращательного момента, деленный на потенциальную температуру, должен возрастать к небесному экватору, причем направление возрастания этой величины должно быть отклонено от направления возрастания потенциальной температуры вправо (в северном полушарии). Отсюда следует, что к полюсу мира ветер получает добавочную западную составляющую.

При наличии поверхности разрыва получается одно условие устойчивости: более теплая масса воздуха должна лежать выше в направлении к полюсу мира.

Методы и результаты этой работы были использованы В. А. Давтян для решения конкретного вопроса синоптики.

В статье «Об ускорении линий разрыва и поверхностей разрыва в атмосфере» Н. Е. Кочин дал рабочие формулы для подсчета ускорений фронтов, которые могут быть с успехом применены в практической синоптике и являются в то же время совершенно точными.

ПРОБЛЕМА ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ

В 1935—1936 гг. Кочин разработал фундаментальную задачу об общей циркуляции атмосферы. Тропическая зона восточных ветров, пояс южных широт с его характерной зоной пустынь и отсутствием ветра, свод воздуха с западным вращением, раскинувшийся над полярными областями, составляют звенья общей циркуляции атмосферы. Гельмгольц, Джеффри и другие авторы пытались дать теоретическое объяснение возникновению циркуляции, однако эти работы не дали ничего фундаментально нового описательно качественному учению об общей циркуляции. В 1925 году известный метеоролог Экспер утверждал, что «на сегодня нет, новидимому, надежды приблизиться к пониманию вопроса путем одного только математического анализа». Однако Н. Е. Кочин это опроверг.

В общей циркуляции атмосферы основную роль играют увлечение атмосферы вращающейся землей, неравномерность нагревания атмосферы и наличие турбулентной вязкости, причем количественный анализ двух последних факторов очень сложен.

Н. Е. Кочин перенес на общую циркуляцию атмосферы методы теории пограничного слоя Прандтля. В уравнениях теории пограничного слоя крыла самолета можно пренебречь внешними силами, и приходится сравнивать две группы членов: инерционные и зависящие от вязкости. В задаче об общей циркуляции атмосферы приходится учитывать члены, зависящие от силы тяжести, от силы Кориолиса, от вязкости, и инерционные члены. В таком случае толщина пограничного слоя будет выражаться иначе, чем при обтекании пластинки, а именно, она окажется пропорциональной квадратному корню из коэффициента турбулентной вязкости, деленного на плотность и угловую скорость вращения земли. Пограничный слой, имеющий для крыла толщину порядка 1 миллиметра, будет для атмосферы порядка 1 километра, а неоднородность атмосферы может привести к еще большему значению, так что влияние вязкости может фактически распространиться на всю тропосферу.

Такой неожиданный результат стоял в резком противоречии с теми взглядами, которые до этого были при-

няты в метеорологии и приводили к неверным заключениям (например, о невозможности существования зональной циркуляции).

Кочин не ограничился оценками и качественными рассуждениями. Он на основании своих оценок упростил уравнение движения и получил возможность найти поле скоростей и давления, после того как задано поле температур. Впервые изучение общей циркуляции стало на твердую почву. Работы Кочина по общей циркуляции атмосферы проложили путь к дальнейшим широким обобщениям и положили начало многочисленным исследованиям в этой области (А. А. Дородницын, М. А. Гельбке, М. Е. Швец). В настоящее время на базе этих работ советские метеорологи пытаются дать теорию климата земного шара (Е. Н. Блинова).

Последними по времени (1937—1938) исследованиями Н. Е. Кочина в области метеорологии были работы, посвященные обтеканию гор и хребтов. Известно, что в безграничной несжимаемой идеальной жидкости обтекание симметричного препятствия будет симметричным. Однако если жидкость ограничена сверху свободной поверхностью, то при обтекании симметричного относительно вертикальной плоскости препятствия это движение перестает быть симметричным, так как сзади препятствия образуются волны. Еще сложнее обстоит дело в сжимаемой атмосфере, ограниченной или безграничной, — безразлично. Здесь всегда, если только градиент температуры не слишком велик, образуются волны, и движение не является симметричным. Кочин сначала рассмотрел волны, возникающие при обтекании рельефа цилиндрической формы на поверхности раздела двух жидкостей различной плотности. Затем он рассмотрел случай неровности пространственной формы. Применяя каждый раз весьма искусный математический аппарат, Кочин не только получил строгие решения, но и приближенные представления этих решений, позволяющие довести результаты до числа.

А. А. Дородницын обобщил задачу на случай сжимаемых сред, Н. А. Багров рассмотрел нелинейные возмущения, вызванные горой. Следует заметить, что Кочин сохранил условия малости амплитуд волн на поверхности раздела двух жидкостей (или на свободной поверхности), но отбросил условие малости неровностей рельефа.

Амплитуды будут малы, если предположить, что жидкость достаточно глубока, что выполняется в задачах, представляющих интерес для метеорологии, когда исследуется влияние гор на облачные гряды.

Орографическая облачность, вопросы планеризма и пилотирования самолета около хребтов и гор — вот области применения этой последней группы метеорологических работ Н. Е. Кочина.

РАБОТЫ ПО ГИДРОДИНАМИКЕ

В области гидро- и аэродинамики Н. Е. Кочинным получены фундаментальные результаты в теории разрывных движений жидкостей и газов, в теории волновых движений тяжелой жидкости и в теории крыла конечного размаха.

В 1924 году на Международном съезде по прикладной механике в Дельфте А. А. Фридман доложил о работе Н. Е. Кочина «О сильных разрывах в сжимаемой жидкости». В 1926 году появилось большое исследование Кочина по теории ударных волн (или, иначе, сильных разрывов) в жидкости. Об этих работах мы уже упоминали, говоря о поверхностях разрыва в атмосферных движениях.

Первым исследованием Кочина по теории волновых движений была работа «О точном определении установившихся волн конечной амплитуды на поверхности раздела двух жидкостей конечной глубины» (1928 г.). Исследование волн конечной амплитуды является труднейшей классической задачей гидромеханики. Первый основной и строгий результат в этой области был получен А. И. Некрасовым в 1921 г. Через несколько лет этими же вопросами начал заниматься Т. Леви-Чивита. Он исследовал волны на поверхности бесконечно глубокой жидкости. Н. Е. Кочин рассмотрел значительно более сложную задачу о периодических волнах на поверхности раздела двух жидкостей конечной глубины, обладающих разной плотностью и разной средней скоростью.

В связи с рядом практических задач, в частности задачей о движении тела под поверхностью тяжелой жидкости и возникающем при этом волновом сопротивлении, были поставлены новые вопросы в гидродина-

мике. Ряд советских ученых принял участие в решении этих задач.

Исследования Н. Е. Кочина по теории волн являются основными. В них Кочин развивает свои новые методы. Первой в этом цикле является работа «К теории волн Коши-Пуассона», посвященная рассмотрению задачи о свободных волнах, вызванных начальным возмущением в жидкости, занимающей нижнее полупространство. Предварительно Кочин решает задачу об источнике возмущения в случае, когда начальный подъем поверхности концентрируется вблизи одной точки. Кочин ищет форму решения из соображений теории размерностей и сводит задачу к интегрированию обыкновенных дифференциальных уравнений. Эта работа содержит ряд важных формул, раскрывающих физическую сущность волновых движений.

Капитальным исследованием по теории волн, вызываемых крылом, кораблем и подводными телами, является работа Н. Е. Кочина «О волновом сопротивлении и подъемной силе погруженных в жидкость тел». О ней было доложено в 1937 году на конференции по теории волнового сопротивления и опубликована в трудах этой конференции. В этой работе Кочин вводит специальную функцию, которую можно назвать «обобщенной циркуляцией». Через эту функцию просто выражаются все основные характеристики движения: сопротивление, подъемная сила, форма волновой поверхности. Обобщенная циркуляция может быть выражена через распределение особенностей, вводимых при построении течения жидкости: источников, диполей, вихрей и т. д. Кочин строит приближенное решение и показывает, что из его общих формул вытекают, как частные случаи, известные формулы для волнового сопротивления сферы, эллипсоида, формула Митчеля для волнового сопротивления корабля и т. д.

В двух специальных работах Кочин рассмотрел вопрос о гармонических колебаниях тел под свободной поверхностью воды. Эти общие исследования положены в основу разработки новой теории качки корабля с учетом взаимодействия корпуса и воды.

С помощью своих методов Кочин дал решение плоской задачи о глассировании тел, т. е. о таком движении

тела по поверхности воды, при котором передняя часть тела выступает из воды.

Кочин применил также свою обобщенную циркуляцию в исследовании «Влияние шага решетки на ее гидродинамические характеристики». Он дал приближенное решение для решеток большого шага. В посмертной его работе по этому вопросу приведен более простой метод решения этой задачи.

Эти же методы были применены Кочиним в его исследованиях о влиянии рельефа земной поверхности на движение воздушного потока, о которых было сказано выше.

В течение последних лет (1940—1944) Н. Е. Кочин занимался теорией крыла конечного размаха.

Приближенная теория крыла конечного размаха является теорией несущей линии, которая пригодна лишь для крыльев большого удлинения при условиях медленного изменения формы поперечных сечений крыла вдоль размаха. Опыты показывают, что при удлинениях, меньших 4, теория несущей линии уже не дает требуемой для практики точности. В то же время крылья малых удлинений начинают приобретать все больший интерес.

Для изучения движения крыла малого удлинения необходимо учитывать распределение вихрей по поверхности крыла, т. е. рассматривать крыло как несущую поверхность.

До настоящего времени в теории несущей поверхности исследованы только два случая — крыло круглой формы и крыло эллиптической формы в плане. Работы Кочина по теории круглого крыла являются наиболее значительными исследованиями в этой области, дающими в замкнутой форме решение как задачи об определении поля скоростей и формы поперечных сечений крыла по заданному распределению нагрузок по крылу, так и задачи об определении поля скоростей и аэродинамических характеристик крыла по заданной форме крыла. Эти результаты Кочин распространил на некоторые случаи нестационарных движений крыла; в частности, для колеблющегося машущего круглого крыла он определил изменение подъемной силы и уменьшение лобового сопротивления.

В теории вязкой жидкости Кочину принадлежит прекрасное изложение исследований в области пограничного слоя пластинки, проведенное им в курсе гидромеха-

ники, и работа, написанная им совместно с Л. Г. Лойцянским, о приближенном методе расчета ламинарного пограничного слоя, вносящая значительные упрощения в существующие методы расчета.

В работе Кочина «О неустойчивости вихревых цепочек Кармана» дается окончательное решение вопроса, который долго рассматривался многочисленными авторами: являются ли необходимые условия устойчивости Кармана достаточными для устойчивости шахматного расположения двух вихревых цепочек. Кочин, с помощью остроумного подбора функции Ляпунова, пришел к заключению о неустойчивости этих цепочек, так что их можно трактовать лишь как наименее неустойчивые по сравнению с другими вихревыми цепочками.

РАБОТЫ ПО МАТЕМАТИКЕ И МЕХАНИКЕ

Чисто математическими работами Н. Е. Кочина являются его исследования по теории систем линейных дифференциальных уравнений, которые у него появились, когда он, готовя к печати мемуары И. А. Лаппо-Данилевского, глубоко ознакомился с этими теориями. Следует заметить, что работы Лаппо-Данилевского были восстановлены В. И. Смирновым и Н. Е. Кочинным по черновым записям или выкладкам без текста и содержат замечания, вставки и целые главы с оригинальными обобщениями некоторых результатов Лаппо-Данилевского, составленные Кочинным.

В области механики Н. Е. Кочинным сделана работа, имеющая большое значение, о крутильных колебаниях коленчатых валов. В ней дано точное решение вопроса об определении критических частот этих колебаний с учетом сил инерции и показано, что в ряде интересных для практики случаев обычно применяемые методы являются недостаточными. На основании этого исследования удалось объяснить расхождение между данными расчета и опытами.

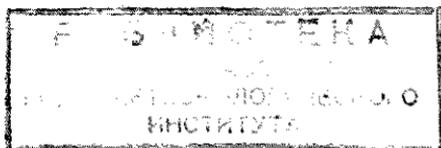
В работе Кочина «Об изгибе троса змейкового аэростата под действием ветра», подготовленной им для сборника «Прикладная математика и механика», посвященного памяти А. Н. Крылова, содержится обобщение аналогичных исследований А. Н. Крылова, А. Ф. Попова и других на случай ветра, меняющегося с высотой.

Посмертно была опубликована статья Н. Е. Кочина, подготовленная к печати Н. Г. Четаевым, относящаяся к теоретической механике: «Об освобождении механических систем от связей».

Из краткого описания работ Н. Е. Кочина видно, каким широким был круг его исследований. Труднейшие механические проблемы, которыми он занимался, имели ясную математическую постановку; к решению их привлекались наиболее совершенные методы современного анализа. Это ставит Н. Е. Кочина в ряды передовых ученых нашего времени.

ЛИТЕРАТУРА

- Академик Николай Евграфович Кочин. Вестник Академии наук СССР, 1939, № 2—3, стр. 221, портр. (Новые действительные члены и члены-корреспонденты Академии наук СССР).
- Кибель И. А. Николай Евграфович Кочин. Известия АН СССР, ОТН, 1945, № 3, стр. 109—114, портр.
- Кибель И. А. Работы академика Н. Е. Кочина по динамической метеорологии. Известия АН СССР, серия географ. и геофиз. 1945, № 4, стр. 415—422.
- Николай Евграфович Кочин. Прикладная математика и механика. 1945, т. 9, вып. 1, стр. 3—12. Литература. (Список научных трудов Н. Е. Кочина), 79 названий.
- Николай Евграфович Кочин. (Некролог). Успехи математических наук, 1946, т. 1, вып. 1, стр. 27—29, портр.
- Соловейчик Р. Э., Юдин М. И. Исследования советской школы метеорологов-теоретиков. Инф. сб. «Метеор. и гидрол.», 1947, № 5, стр. 13—21.
- Кибель И. А. Прогноз погоды как задача динамической метеорологии. Юбилейный сборник, посвященный тридцатилетию Великой Октябрьской Социалистической революции. ч. 1, (М.—Л., АН СССР, 1947, стр. 443—453, портр.
- Дородницын А. А., Кибель И. А. и Седов Л. И. Николай Евграфович Кочин. Академия наук СССР, материалы и биобиблиографии ученых СССР. М.—Л., АН СССР, 1948, 33 стр., портр.
- Дородницын А. А., Кибель И. А., Седов Л. И. О трудах Николая Евграфовича Кочина. В книге: Н. Е. Кочин. Собрание сочинений, т. 1, М.—Л., АН СССР, 1949, стр. 10—19 (Список работ Н. Е. Кочина), 91 название.
- Полубаринова-Кочина П. Я. Николай Евграфович Кочин (Краткий биографический очерк). Там же, стр. 5—10.



Редактор *М. М. Ясногородская*

Техн. ред. *Ф. А. Юлиш*

Сдано в набор 2/IX 1950 г. Подписано к печати 13/X 1950 г.
Изд. № 1. Индекс М-Л-1. Бумага 84×108¹/₃₂. Печ. л. 1,75 +1 вкл.
Бум. л. ⁹/₁₆. Уч.-изд. л. 1,75. Печ. зн. в 1 бум. л. 65890.
Тираж 3000 экз. Цена 60 коп. Зак. № 1526.
Гидрометеиздат. г. Ленинград 1950 г. М-30861.

2-я типо-лит. Гидрометеиздата, Ленинград, Прачечный пер., 6.