

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ СЕРИЯ

Основана в 1959 году

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
РОССИЙСКОЙ АН

ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ
ДЕЯТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*А. Т. Григорьян, В. И. Кузнецов, Б. В. Левшин,
С. Р. Микулинский, Э. К. Соколовская (ученый секретарь),
В. Н. Сокольский, Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя)
И. А. Федосеев (зам. председателя), А. П. Юшкевич,
А. Л. Яншин (председатель), М. Г. Ярошевский*

Л.К.Зарембо Л.В.Лёвшин

**Сергей Николаевич
РЖЕВКИН**



1891-1981



МОСКВА «НАУКА» 1992

ББК 22
З-34
УДК 092 Ржевкин С. Н.

Ответственный редактор
академик Ю. В. ГУЛЯЕВ

Рецензенты

доктор физико-математических наук *В. А. Красильников*,
доктор технических наук *Ю. М. Сузаревский*

Зарембо Л. К., Лёвшин Л. В.

З-34 Сергей Николаевич Ржевкин (1891—1981). — М.: Наука, 1992. — 120 с.; ил. — (Научно-биографическая серия). ISBN 5-02-000281-X

Книга является первой научной биографией известного русского физика, заслуженного деятеля науки, профессора Московского университета Сергея Николаевича Ржевкина. Наряду с описанием его жизненного и творческого пути особое внимание уделено созданию им отечественной школы физиков-акустиков и организации акустических исследований в нашей стране.

The book is the first popular scientific biography by Sergei Nicolaevich Rshchevkin, famous Russian physicist, this country honorary scientist, Moscow State University professor. It contains his life description and also popular version general directions of his scientific works in the field of acoustics, special attention was paid to organization by him acoustical science education in this country and his initiating scientific investigations in different parts of contemporary acoustics.

З $\frac{1604040000-162}{054(02)-92}$ 48—92 НП

ББК 22

ISBN 5-02-000281-X

© Л. К. Зарембо, Л. В. Лёвшин, 1992

© Российская академия наук, 1992

Введение

Наш рассказ пойдет о жизненном пути и трудах крупного советского физика, заслуженного деятеля науки РСФСР, профессора физического факультета Московского государственного университета (МГУ) Сергея Николаевича Ржевкина (1891—1981). Он был ярким представителем первой русской школы физиков, созданной трудами нашего знаменитого соотечественника П. Н. Лебедева.

С. Н. Ржевкин — один из основоположников отечественной акустики. Он является родоначальником экспериментальных акустических исследований в нашей стране. Сергей Николаевич внес неограниченный вклад практически во все основные направления этого раздела науки (музыкальная и физиологическая акустика, архитектурная акустика, гидроакустика, учение о звуке и ультразвуке). Его фундаментальные работы всегда одновременно имели и яркую практическую направленность. Их результаты способствовали решению ряда народнохозяйственных проблем и задач, связанных с обороной страны. Поэтому закономерно, что самоотверженный труд Сергея Николаевича был отмечен высокими государственными наградами.

С. Н. Ржевкин — автор более ста оригинальных научных работ, классической монографии «Слух и речь в свете современных физических исследований» и широко известного учебника по акустике «Курс лекций по теории звука».

Сергей Николаевич Ржевкин был прирожденным организатором крупных научных исследований. По его инициативе в ряде учреждений Москвы в разные годы были созданы научно-исследовательские лаборатории акустического профиля. Среди них следует прежде всего отметить лабораторию акустики в Физическом институте Академии наук СССР им. П. Н. Лебедева (ФИАН) (1934 г.) и кафедру акустики на физическом факультете МГУ им. М. В. Ломоносова (1943 г.)

Всю жизнь С. Н. Ржевкин естественным образом сочетал и научную, и педагогическую деятельность. Созданная им в МГУ кафедра акустики, которую он возглавлял в течение 32 лет, превратилась в мощную кузницу акустических кадров. За этот период она выпустила свыше 600 высококвалифицированных физиков-акустиков, а также большое число аспирантов и стажеров. Воспитанники кафедры успешно трудятся в высшей школе, институтах академий наук, а также в многочисленных отраслевых

институтах. Создание этой научной школы является лучшим памятником ученому-патриоту Сергею Николаевичу Ржевкину, столетие со дня рождения которого отмечалось в 1991 году.

Работая над книгой, авторы, лично хорошо знавшие С. Н. Ржевкина, базировались на его научных трудах, полная библиография которых была составлена впервые, на многочисленных архивных материалах, а также воспоминаниях его учеников, сотрудников и близких. Всем им авторы выражают глубокую и искреннюю признательность. Большую помощь оказали и материалы, собранные ныне покойной О. П. Миридоновой, которые еще при жизни успел просмотреть С. Н. Ржевкин¹. Авторы также благодарны сотрудникам физического факультета МГУ Г. П. Александровой за содействие в сборе материалов и З. А. Горбуновой за помощь в оформлении рукописи к печати.

Москва, МГУ, 1990 г.

¹ *Миридонова О. П. Жизнь и деятельность профессора С. Н. Ржевкина // История и методология естественных наук (физика). М.: Изд-во МГУ, 1975. Вып. 17. С. 159—187.*

Глава 1

Семья, детские и юношеские годы

Будущий известный физик-акустик Сергей Николаевич Ржевкин родился 21 июля (8 июля старого стиля) 1891 года в селе Тропарево, расположенном неподалеку от небольшого уездного городка Можайска Московской губернии (ныне области), в семье земского врача Николая Федоровича Ржевкина. К сожалению, сведений о родословной Н. Ф. Ржевкина практически не сохранилось. Известно лишь, что его родители были москвичами, очень скромно жили в районе Замоскворечья и глава семьи, дед Сергея Николаевича, был учителем гимназии.

Отец С. Н. Ржевкина, Николай Федорович, родился в 1854 г. Как следует из его послужного списка, он — уроженец Калужской губернии, по происхождению из мещан. По окончании Московского университета по медицинскому факультету Н. Ф. Ржевкин получил звание лекаря и переехал в Можайский уезд, где стал работать земским врачом в больнице села Тропарева.

В середине 1970-х годов, отдыхая в университетском пансионате «Красновидово», Сергей Николаевич вместе с дочерью и сыном навестил эти места. Велика была его радость, когда он увидел, что родной дом чудом сохранился. Нашлась даже старушка, которая хорошо помнила его отца.

Николай Федорович очень любил свое дело, был хорошим специалистом, много и успешно помогал обращающимся к нему за помощью окрестным крестьянам, которых принимал не только в больнице, но и на дому. С особой теплотой он относился к детям. В течение многих лет Н. Ф. Ржевкин поддерживал очень близкие дружеские отношения с жившим в Сергиевом Посаде своим коллегой Н. А. Королевым. Тот был многодетным отцом, имел семерых детей. По праздникам семьи часто ездили друг к другу, нередко гостили; большая близость установилась не только между мужчинами, но и между их женами. Дочь Сергея Николаевича Е. С. Ржевкина рассказывала: «Дружба с детьми Королева продолжается у нас и по сей день (сейчас осталось в живых только две сестры), они часто вспоминают папиного отца, которого в детстве называли «папа Кока» — он был крестным некоторых из них. Нередко к нему на колени залезала вся малышня Королевых и щипала его большую и пушистую бороду. А он хохотал, изображая, что ему больно, но продолжал игру, чувствуя, что это доставляет удовольствие детям».

Николай Федорович был жизнерадостным и очень общительным человеком. Он любил, когда в доме бывало много народу, царили шум и веселье. Его всегда отличали честность и искренность поведения. Его жена Елена Сергеевна в одном из писем к жене Н. А. Королева отмечала: «Никогда он не пойдет на компромиссы, никогда не научится подлаживаться к людям, несимпатичным ему».

Мать С. Н. Ржевкина Елена Сергеевна, урожденная Травина, посвятила свою недолгую жизнь воспитанию единственного сына и ведению домашнего хозяйства. Ее происхождение было гораздо более высоким. В семье долгие годы хранился художественно оформленный документ, где на красивой гербовой бумаге было изображено генеалогическое древо Травинского рода. Это был мощный, раскидистый дуб, в зеленых ветвях которого были изображены стилизованные желуди с фамилиями и званиями представителей рода. Однако и этот интересный документ не дожил до наших дней. Воспоминания об этом древе и связанные с ним рассказы близких сохранились лишь в памяти дочери С. Н. Ржевкина, Елены Сергеевны, которая рассказывала: «Смутно помню, что кто-то из предков папиного деда по матери — С. Травина — был при царе помощником министра в департаменте народного образования, все они были из дворян, папин прадед был предводителем дворянства в Костроме. По рассказам помню, что у них был очень красивый и гостеприимный дом, где собирались любители искусства. В доме был любительский театр, в котором играл и сам папин прадед. Ставили „Горе от ума“ Грибоедова и другие пьесы, очень увлекались пением. Может быть, и у папы певческий талант и любовь к опере передались по наследству.

По линии папиной бабушки был довольно известный меценат и художник адмирал Доливо-Добровольский. Он имел усадьбу, однако, продав все свои картины, уехал жить в Париж. Кто-то из его предков был участником Парижской Коммуны. Дед и бабушка папы по материнской линии были уже малоимущие дворяне — имели небольшую усадьбу в г. Кологривы Костромской губернии. По рассказам, они были очень скромными, хлебосольными и добрыми людьми. У них было много детей, вечно кто-то жил из знакомых и родственников, всех они радушно принимали. У папы было много двоюродных сестер, и одна из них — Л. С. Катенина — впоследствии старый большевик — была знакома с В. И. Лениным. Дед и бабушка умерли в годы революции. Папа мне рассказывал, что была сожжена часть деревни вместе с их домом, их приютили чужие люди и умерли они в полной нищете, так как взять с собой ничего не могли, да и не умели. Были очень непрактичными людьми».

Сереза рос и вскоре встал вопрос о гимназии, которой в Тропареве, естественно, не было. Отправлять же его одного в Москву к дальним родственникам родители не решались. Под влиянием этих обстоятельств в 1902 г. Николай Федорович решил прекратить свою практику земского врача и переехать в Москву. Его замысел



Николай Федорович и Елена Сергеевна Ржевкины
с сыном Сережей (1899 г.)

вскоре осуществился, и семейство обосновалось в Аптекарском переулке в Лефортове, недалеко от Разгуляя. Н. Ф. Ржевкин продолжил работу по специальности. В его послужном списке значится, что он стал «младшим врачом 12-го гренадерского Астраханского Императора Александра III полка» и ему было положено жалование 90 р.

Сразу после переезда в Москву с большим опозданием, в возрасте 11 лет, Сережа был определен в расположенную поблизости от дома Ржевкиных 2-ю Московскую гимназию. Вскоре семью постигло тяжкое горе. В 1903 году, еще совсем молодой, в возрасте 36 лет, от рака кишечника скончалась мать Сережи, Елена Сергеевна. Ему в ту пору было всего 12 лет. По натуре Елена Сергеевна была очень впечатлительным и легко ранимым человеком. На ней всегда лежала какая-то печать печали. Такой, по-видимому, ее сделала болезнь и потеря второго ребенка — дочери Наташи, которая умерла не прожив и года. И отец, и сын очень тяжело переживали безвременный уход из жизни Елены Сергеевны. О своей матери Сергей Николаевич всегда вспоминал с большой нежностью и любовью. Обычно он мало говорил о ней. Однако было видно, что ее смерть стала для него глубочайшей травмой, не заживавшей всю жизнь.

В период работы в больнице в Тропареве, а затем и в Москве Николаю Федоровичу многие годы помогала уже пожилая меди-

цинская сестра Анна Ивановна Осколкова. В конце концов случилось так, что она стала очень близким человеком для Ржевских и самоотверженно помогала ухаживать за тяжело заболевшей Еленой Сергеевной. После ее смерти она взяла на себя все заботы по хозяйству в осиротевшей семье Николая Федоровича. Впоследствии, после своей женитьбы, Сергей Николаевич, получив комнату, предложил Анне Ивановне жить вместе. Она согласилась, стала полноправным членом его семьи и прожила в ней до конца жизни (1940 г.). Сергей Николаевич очень тепло относился к Анне Ивановне, считая ее близким и родным человеком; в свою очередь, она очень любила и его, и всех членов его семьи.

Учение в гимназии не доставляло Сереже серьезных трудностей. Он был достаточно прилежен и вполне справлялся с программой. Вместе с тем в юношеские годы он был не в меру застенчив, что часто не позволяло ему при ответах показать «товар лицом». Читая письма его матери к своим друзьям Королевым, нетрудно усмотреть ее гордость за сына и одновременно беспокойство за его судьбу. Так, она писала: «Сережа делает успехи, способности у него, как говорят учителя, прекрасные, но боюсь за его застенчивость, которая может повредить ему на экзаменах».

В классической гимназии того времени большое внимание уделялось изучению латинского, французского и немецкого языков. Не мудрено, что именно здесь были заложены твердые лингвистические основы у Сергея Николаевича, который впоследствии особенно свободно владел немецким языком. Много времени отводилось глубокому освоению литературы, а также русской и западной истории. Вместе с тем очень хорошо было поставлено преподавание математики и физики, которые привлекали особое внимание мальчика. Физику преподавал молодой и прогрессивно настроенный педагог — Николай Владимирович Кашин. Он впервые ввел в практику гимназии экспериментальные занятия и демонстрации по физике. Ему Сережа во многом обязан формированием своего научного мировоззрения и выбором специальности по окончании гимназии².

В 7-м классе Сережа и некоторые из его товарищей делали сообщения на физические темы, сопровождая их демонстрационными опытами. Так, им был сделан доклад по кинетической теории газов. Кроме того, он предпринял попытку определить скорость света по методу Физо. Правда, она не увенчалась успехом, так как мешали помехи, вызываемые сотрясением стен при проезде ломовых подвод мимо здания гимназии. Однако значение этих опытов было велико, так как Сергей получил первые навыки проведения физического эксперимента. Очень важен был также опыт в слесарном и токарном деле, который Сережа получил в те годы, с большим увлечением работая в механической

² Н. В. Кашин впоследствии стал известным физиком, профессором, а его трехтомный «Курс физики» для вузов выдержал несколько изданий.

мастерской приятеля отца, доктора С. Н. Доброва, организовавшего ее при земской больнице.

Многие из выпускников 2-й гимназии были очень признательны Н. В. Кашину за то, что он сумел привить им интерес и любовь к науке. Они надолго сохранили о нем благодарную память и неоднократно собирались вместе, чтобы почтить своего учителя в дни его юбилеев. Многие ученики Н. В. Кашина впоследствии стали известными учеными. Среди них следует упомянуть математика Г. В. Свешникова, физиков П. Н. Беликова, А. Г. Муравьева, медиков С. О. Юдина, В. А. Архангельского и др.

Смерть Елены Сергеевны очень сблизила отца и сына. Николай Федорович горячо любил своего единственного ребенка и уделял ему много внимания. Он старался воспитать его в лучших традициях русской трудовой интеллигенции. Именно в детстве при активном участии отца у Сергея Николаевича были заложены те высокие человеческие качества, которые впоследствии с большим удовлетворением воспринимались окружающими его людьми.

Николай Федорович был прогрессивным человеком. Он сочувственно относился к революционному движению. В доме у него бывало много молодежи, связанной с различными революционными партиями и кружками. Известны случаи, когда знакомые скрывались здесь от полиции. 19 октября 1905 г. произошло событие, которое глубоко потрясло Сережу. Во время рабочей демонстрации на Немецкой улице на его глазах был зверски убит черносотенцем известный революционер Н. Э. Бауман.

Мало что понимая в существе происходящих событий, гимназисты с большим энтузиазмом включались в революционное движение. Каким-то образом получив доступ к гектографу, они печатали воззвания, призывающие к борьбе с царским режимом. Ученики младших классов устроили взрыв порохового заряда. Активное участие в этой «операции» принял и 14-летний Сережа. Организаторам детского «мятежа» грозило исключение из гимназии. Однако директор, считывая общую революционную ситуацию в стране, решил «не выметать сор из избы». В результате Сережа и другие «революционеры» отделались легким испугом.

Весной 1909 г. Сережа успешно окончил гимназию и решил продолжить образование на физико-математическом факультете Московского университета. Однако вскоре его постиг тяжелый удар. В июне 1909 г. внезапно скончался его отец. Он умер на работе от сердечного приступа. В 18 лет Сергей остался совсем один. У него не было никого из близких родных. Юноша был в отчаянии. В дальнейшем он мог рассчитывать только на самого себя. Сергей Николаевич так вспоминал об этом тяжелом периоде своей жизни: «Надо было взять себя в руки и самому пробивать дорогу в жизни. Между тем неотступно возникали мысли о смерти отца, о похоронах, о своем трудном материальном положении. Чтобы как-то уйти от этих безрадостных мыслей и взять себя в руки, я заставил себя заниматься математикой. Сначала не удавалось сосредоточиться. Но постепенно я овладел

собой, увлекся и нашел облегчение в умственной работе и постепенно добился душевного успокоения». Е. С. Ржевкина вспоминала: «Папа рассказывал мне, как помогали ему стихи Гейне в то время. С тех пор это был его любимый поэт. У нас и сейчас есть несколько изданий Гейне как на русском, так и на немецком языке». В конце концов время взяло свое, и Сергей Николаевич смело вступил в новую жизнь, которая ждала его в Московском университете.

Г л а в а 2

Студент Московского университета. П. Н. Лебедев и его школа

В те годы конкурсных экзаменов при приеме в университет не существовало. Для поступления было достаточно предъявить аттестат о получении «классического образования». Вместе с тем за обучение со студентов взималась довольно высокая плата (50 руб. в семестр), а государственные стипендии отсутствовали. Это, естественно, ограничивало приток абитуриентов.

Сразу после окончания гимназии Сергей Николаевич был вынужден начать самостоятельную жизнь. Учитывая заслуги отца, Московская городская управа назначила ему небольшую стипендию. Постоянно прирабатывая уроками, можно было продолжить свое образование. Осенью 1909 г. С. Н. Ржевкин стал студентом физико-математического факультета Московского университета. Этот факультет был весьма широкого профиля. Он имел два отделения: математических и естественно-исторических наук. На математическом отделении обучались математики, механики, физики и астрономы, на естественно-историческом — химики, биологи, геологи и географы. С. Н. Ржевкин выбрал математическое отделение.

Сергею Николаевичу и его однокурсникам повезло. Начало XX в. было порою расцвета Московского университета. В эти годы здесь работали многие выдающиеся русские ученые. Математика была представлена Д. Ф. Егоровым, Л. К. Лахтиным, Н. Н. Лузиным и В. К. Млодзиевским, механика — Н. Е. Жуковским и С. А. Чаплыгиным, астрономия — С. Н. Блажко, В. К. Церасским и П. К. Штернбергом. В числе физиков можно назвать имена Н. А. Умова — блестящего теоретика, П. Н. Лебедева — виртуоза-экспериментатора, известного всему миру своими исследованиями по световому давлению, и, наконец, А. А. Эйнвальда — прославившегося разнообразными работами в области электричества, оптики и акустики.

Не менее крупные ученые преподавали и на других факультетах. Среди них были ботаник К. А. Тимирязев, химики Н. Д. Зе-

линский и И. И. Каблуков, минералог В. И. Вернадский, кристаллограф Ю. В. Вульф, геолог и палеонтолог А. П. Павлов, географ и антрополог Д. Н. Анучин и многие другие.

Лекции этих выдающихся ученых оставляли неизгладимый след в сознании студентов, прививали им любовь к науке, способствовали быстрому развитию у них самостоятельных научных интересов. Сергей Николаевич жадно впитывал знания, которыми щедро делились с ним его талантливые учителя, и уже на 2-м курсе окончательно решил выбрать своей специальностью физику. Он стал посещать лекционный курс П. Н. Лебедева «Новое в физике». В 1911 г. вместе с некоторыми своими товарищами Ржевкин побывал в Петрограде на съезде русских физиков. У него созрело твердое желание — обязательно добиться возможности работать в лебедевской лаборатории.

П. Н. Лебедев (1866—1912) родился в Москве в культурной купеческой семье. Образование начал получать в Московском высшем техническом училище. Затем поехал в Германию изучать физику в Страсбургском университете, где работал под руководством таких известных физиков, как А. Кундт и Ф. Кольрауш. В 1891 г. за работу «Об изменении диэлектрических постоянных паров и о теории диэлектриков Массотти—Клаузиса» ему была присуждена ученая степень доктора философии. Вернувшись в Москву, Лебедев начал работать в университете на кафедре, возглавлявшейся профессором А. Г. Столетовым.

Несмотря на большие организационные трудности, П. Н. Лебедев в короткий срок сумел создать в университете физическую лабораторию, где в течение ряда лет (1894—1897) исследовал механические действия волн на гидродинамические, акустические и электрические резонаторы. В результате он подтвердил свою давнишнюю идею о наличии светового давления на молекулы. В 1899 г. Ученый совет университета присудил ему за эту работу ученую степень доктора физико-математических наук без предварительной защиты магистерской диссертации. В 1900 г. Петр Николаевич был избран профессором.

Преодолев огромные экспериментальные трудности, П. Н. Лебедев доказал наличие светового давления на твердые тела, о чем сделал сообщения в Лозанне (май 1899 г.) и в Париже (август



С. Н. Ржевкин — студент 1-го курса
Московского университета
(1909 г.)

1900 г.). Электромагнитная теория Д. Максвелла получила убедительное экспериментальное подтверждение. Очень характерны слова знаменитого английского физика В. Томсона, сказанные К. А. Тимирязеву: «Вы, может быть, знаете, что я всю жизнь воевал с Максвеллом, не признавая его светового давления, и вот ваш Лебедев заставил меня сдаться перед его опытами»¹. Российская академия наук отметила работы П. Н. Лебедева специальной премией и избрала его своим членом-корреспондентом.

Лебедев принялся за еще более трудную задачу, исследуя давление света на газы. В течение 10 лет он работал над созданием прибора, способного зарегистрировать этот очень важный, но ничтожно малый по абсолютной величине эффект. В 1907 г., на I Менделеевском съезде, Лебедев сообщил о своем новом выдающемся успехе. Ювелирными опытами он убедительно доказал существование светового давления на газы.

Однако П. Н. Лебедев получил всемирную известность не только благодаря этим фундаментальным исследованиям. Он навсегда вошел в историю отечественной науки как создатель первой научной школы физиков в России. С самого начала деятельности в Московском университете он привлекал к работе способных студентов-практикантов. Сначала было пять—шесть человек, а к концу его жизни их число возросло до 25—30. Их исследования охватывали важнейшие направления физики. Из лебедевской школы вышли крупные ученые, впоследствии ставшие во главе многих научных коллективов. Лебедевцы оставили неизгладимый след в истории отечественной физики.

Первым учеником П. Н. Лебедева был Петр Петрович Лазарев. Ему принадлежат фундаментальные исследования в области молекулярной физики, фотохимии, биофизики и теоретической геофизики. В 1917 г., в возрасте 39 лет, П. П. Лазарев был избран академиком. Медик по образованию, он настолько увлекся идеями П. Н. Лебедева, лекции и коллоквиумы которого регулярно посещал, что экстерном сдал экзамены за весь курс физико-математического факультета. В начале 900-х годов П. Н. Лебедев пригласил его на работу в качестве ассистента. Вскоре П. П. Лазарев стал его ближайшим помощником и другом.

Помимо П. П. Лазарева в «лебедевском подвале» начинали работать Н. Н. Андреев, В. К. Аркадьев, В. Д. Зернов, Н. А. Капцов, Т. П. Кравец, А. Б. Млодзеевский, В. И. Романов, А. К. Тимирязев, Н. К. Шодро и др. К 1911 г. здоровье Петра Николаевича сильно пошатнулось. Он страдал тяжелой быстро прогрессирующей сердечной болезнью — «грудной жабой». В связи с этим ему пришлось часть своих дел поручить П. П. Лазареву, ставшему к тому времени приват-доцентом². Впоследствии П. П. Лазарев

¹ Вавилов С. И. Петр Николаевич Лебедев // Люди русской науки. М.: Физматгиз, 1961. С. 280.

² Приват-доцент — должность в высших учебных заведениях России, введенная в 1863 г. Ее могли занимать лица, имеющие ученую степень магистра, которые, как правило, читали факультативные курсы лекций.

стал непосредственным научным руководителем С. Н. Ржевкина.

В лебедевской школе существовали свои традиции, которые накладывали неизгладимый отпечаток на всю последующую деятельность молодых ученых. П. Н. Лебедев поощрял самостоятельность и инициативу учеников. Каждый из них имел свой ключ от лаборатории, мастерской и библиотеки и мог в любое время там работать. Между всеми членами коллектива поддерживался постоянный научный контакт, каждый из них должен был быть в курсе исследований всех остальных коллег и имел возможность высказывать свои идеи и соображения, способствуя успеху товарищей по работе.

Петр Николаевич считал, что каждый эксперимент должен быть разработан во всех деталях. Сотрудник был обязан очень хорошо знать литературу и значительное время отводить на продумывание опыта и интерпретацию полученных результатов. Лебедев постоянно внушал сотрудникам, что создание приборов и установок не является самоцелью, что даже при наличии самого совершенного прибора не может возникнуть новая физическая идея.

Очень высокую требовательность к ученикам проявлял Петр Николаевич и при оформлении ими своих работ к печати. Он заставлял их переписывать написанное по пять-шесть раз, добиваясь при этом лаконичности и максимальной ясности изложения. Лебедев был противником частых публикаций. Несмотря на напряженнейшую работу, он оставил после себя всего 22 оригинальные статьи. Это объясняется не только огромными экспериментальными трудностями, которые ему приходилось преодолевать, но и чрезвычайно высокой тщательностью при оформлении результатов опытов.

П. Н. Лебедев требовал, чтобы вся экспериментальная часть работы выполнялась учениками совершенно самостоятельно. Поэтому, перед тем как приступить к исследованию, каждый из них в течение одного-двух месяцев проходил практику в университетской мастерской П. И. Громова. Там они работали слесарями, токарями, столярами, механиками, стеклодувами и должны были самостоятельно изготовить какой-либо прибор, нужный лаборатории. В результате, имея за плечами «громовский университет», практикант обладал необходимыми техническими навыками.

С 1901 г. под руководством П. Н. Лебедева в небольшой комнате Столетовской библиотеки на втором этаже Физического института еженедельно собирался коллоквиум — первый научный коллоквиум в России. Здесь были установлены самые демократические порядки. Во время сообщения и сам Петр Николаевич, и любой из слушателей мог прервать докладчика и потребовать дополнительных разъяснений по поводу того или иного утверждения. На заседании все были равны — и маститый ученый, и начинающий студент. П. Н. Лебедев требовал от учеников ничего не принимать на веру и отучиться преклоняться перед авторитетами. Новейшие достижения в физике обсуждались на коллоквиум.

виуме настолько увлекательно, что его часто посещали профессора других специальностей. Здесь бывали С. Н. Блажек, Ю. В. Вульф, Н. Н. Лузин, К. А. Тимирязев. Впоследствии на основе лебедевского коллоквиума было создано Московское физическое общество.

Лекции П. Н. Лебедев не любил. Он избегал использовать в них высшую математику и всегда сопровождал свой рассказ наглядными демонстрациями, к которым тщательно готовился. Зато большое значение имел специальный курс «Новое в физике», который он читал в Малой физической аудитории студентам старших курсов. Эти лекции представляли собой критические обзоры новейших иностранных физических журналов и рассказы о собственных исследованиях и работах своих учеников. Во время этих лекций Лебедев поражал слушателей блестящим знанием истории каждого вопроса.

В 1911 г. произошли события, чуть не погубившие лебедевскую школу. 1910 г. ознаменовался подъемом революционных настроений среди студентов. Напуганное студенческими волнениями, царское правительство «для наведения порядка» стало направлять в университет наряды полиции. Этим грубо нарушалась его автономия. Пытаясь узаконить это положение, министр народного просвещения Л. А. Кассо выпустил циркуляр, по которому ректор был обязан вызывать полицию в случае возобновления «беспорядков». Чувствуя свое бессилие изменить обстановку, ректор А. А. Мануйлов, помощник ректора М. А. Мензбир и проректор П. А. Минаков заявили Совету университета о своем намерении уйти в отставку. Не дожидаясь этого, Кассо сам уволил всех троих из университета. Произвол министра вызвал бурю негодования со стороны прогрессивно настроенных профессоров и преподавателей. В знак протеста из университета ушли 130 профессоров, приват-доцентов и преподавателей. Среди них были П. Н. Лебедев и П. П. Лазарев.

Уход из университета для Лебедева был равносильен катастрофе. В отличие от многих профессоров он нигде не совместительствова, пенсию еще не заработал, жил на казенной квартире и буквально был выброшен на улицу. Но больше всего его угнетала гибель лаборатории, судьба созданной им школы физиков.

Вскоре, однако, лебедевской лаборатории оказал содействие Московский городской народный университет им. А. Л. Шанявского, где П. П. Лазарев по совместительству заведовал кафедрой физики. Этот университет был создан на средства либерально настроенного генерала А. Л. Шанявского, пожертвовавшего на его организацию 200 000 руб. Университет был открыт на Волхонке, в здании бывших Галицинских сельскохозяйственных курсов (ныне здесь расположены некоторые отделы Академии наук).

Именно в этот тяжелый для лебедевской школы период Сергей Николаевич решил начать заниматься научной работой. Еще студентом 2-го курса он обратился к П. П. Лазареву с просьбой допустить его к работе в лаборатории. В связи с уходом из университета Петр Петрович предложил ему работать в физической

лаборатории университета Шанявского. Сергей Николаевич с радостью принял это предложение. Именно в этот период он познакомился, а затем на всю жизнь подружился со своим однокурсником, ставшим впоследствии знаменитым физиком-оптиком и президентом Академии наук СССР Сергеем Ивановичем Вавиловым.

Сам Сергей Николаевич так вспоминал об этом коротком периоде жизни лебедевской лаборатории: «В физической лаборатории университета им. Шанявского начали работать кроме С. И. Вавилова и меня еще многие начинающие физики (А. Г. Калашников, Э. В. Шпольский, Т. К. Молодой, К. А. Леонтьев, С. Я. Турыгин, Н. Т. Федоров и другие). Вдоль стен зала физического кабинета мы строили индивидуальные фанерные кабинки, мастерили столы и полки, своими руками выполняли токарные и стеклодувные работы, бегали по магазинам и покупали материалы, в результате чего создавались самодельные исследовательские установки»³.

Снабжение приборами и материалами в лебедевской лаборатории было организовано очень удобно. Практикантам выдавался аванс, и потом они отчитывались по счетам за покупки. Приборы можно было закупать в магазинах физических приборов Трындина и Швабе, материалы и инструменты — в многочисленных магазинах, расположенных на Мясницкой и в торговых рядах.

Задача, поставленная П. П. Лазаревым перед Ржевкиным, была очень нелегка. Необходимо было провести изучение теплопроводности и скачка температуры на границе раздела между разряженным газом и стенками окружающего его сосуда. Было решено, что наиболее подходящими для этих опытов являются благородные газы и прежде всего гелий, который пришлось добывать из минерала клевеита, выписанного из Швеции. Все необходимо было делать своими руками, без посторонней помощи. С токарным и слесарным делом трудностей не возникало. Навыки были получены еще в гимназические годы. А вот стеклодувное мастерство и умение общаться с вакуумной техникой пришлось срочно осваивать на месте. К сожалению, из-за технических трудностей и ограниченности во времени закончить работу так и не удалось.

В этот период Сергей Николаевич иногда ассистировал Лазареву на лекциях по физике. Зная, что он обладает громким голосом и часто поет в лаборатории, Лазарев предложил ему возбуждать сильные резонансные колебания в длинных трубах, применяемых на лекциях для демонстрации стоячих волн. При возбуждении звуковых стоячих волн в трубе тонкие пламена светильного газа, текущего по трубе и выходящего через ряд просверленных вдоль нее отверстий, изменяют свою высоту, четко обрисовывая форму стоячей волны.

³ Ржевкин С. Н. Воспоминания о С. И. Вавилове // Сергей Иванович Вавилов: (Очерки и воспоминания). М.: Наука, 1981. С. 140.

Несмотря на огромный энтузиазм сотрудников лаборатории, условия для работы в университете Шаняевского были самыми примитивными, и всем было ясно, что рассчитывать на серьезное развитие исследований на такой базе не приходится. В это время на помощь лебедевской лаборатории пришло Общество содействия успехам опытных наук и практическим применениям им. Х. С. Леденцова. Это Общество было создано на средства промышленника-миллионера Леденцова, который завещал свое состояние (2 млн руб.) на развитие работ в области естествознания в России. По просьбе П. Н. Лебедева Общество выделило ему 15 тыс. руб. На эти средства были сняты две частные квартиры в подвальном помещении дома № 20 в Мертвом переулке (ныне переулок Островского) на Пречистенке (ныне Кропоткинская улица). Они состояли из девяти небольших комнат. В одной из них, с примыкающей кухней, разместился механик. Были выделены помещения для П. Н. Лебедева и библиотеки. Остальные комнаты служили лабораторными помещениями. В этом же доме, в верхних этажах, поселились П. Н. Лебедев и П. П. Лазарев, которые переехали сюда из казенных университетских квартир.

В отсутствие Петра Николаевича, который находился на лечении за границей, под руководством П. П. Лазарева лебедевцы с огромным воодушевлением трудились над организацией новой лаборатории. Среди них был и студент Ржевкин, который перенес сюда свою установку. В одной комнате с ним работали К. А. Леонтьев и А. К. Тимирязев, в соседних комнатах — П. Н. Беликов, С. И. Вавилов, Д. Д. Галанин, Б. В. Ильин, Г. С. Ландсберг, Л. И. Лисицын, А. Б. Млодзеевский, Г. Б. Порт, В. И. Романов, В. Ф. Титов, А. Е. Успенский, Т. К. Федоров и др. Менее чем через три месяца лаборатория была готова. Лебедев воспрянул духом и заторопился в Москву. 16 августа 1911 г. он написал Лазареву: «Через несколько дней я буду в Москве и буду от души рад лично убедиться, что мы вместе с Вами будем делать живое дело в Мертвом переулке»⁴.

Вспоминая об обстановке, которая царила в лебедевской лаборатории, Сергей Николаевич писал: «Работали тогда все с огромным энтузиазмом. Молодежь не считалась со временем, и большей частью работали до поздней ночи. Обед обычно варили себе в лаборатории на газовой плите. Тут же рядом сушили в фарфоровых чашках ртуть, применявшуюся в больших количествах для вакуумных насосов. Почему-то никто из сотрудников лаборатории не получил ртутного отравления. После работы часто собирались на „постколлоквиум“ в каком-либо дешевом ресторане, где продолжалось обсуждение научных вопросов. Часто устраивали совместные экскурсии в живописные пригородные места — на Воробьевы горы, в Царицыно, в Серебряный бор. Это был период большого научного энтузиазма, обязанного влиянию творческой

⁴ Лазарев П. П. Воспоминания о П. Н. Лебедеве // Собр. соч. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. Т. 1. С. 754.



П. П. Лазарев с группой учеников и сотрудников
в университете им. Шанявского (1911 г.)

Сидят (слева направо): Э. В. Шпольский, П. П. Павлов, А. Б. Млодзевский,
А. Г. Калашников, В. К. Аркадьев, П. П. Лазарев, М. А. Чупрова, Л. К. Щедро,
С. Н. Ржевкин; стоят (слева направо): К. А. Леонтьев, Т. К. Молодой, П. В. Шмаков,
Н. И. Февралев, С. И. Вавилов, А. С. Беркман, С. Я. Турлыгин, Н. В. Баклин,
Н. А. Баусов, Н. Я. Селяков

гениальности П. Н. Лебедева. Работал большой, дружный коллектив, воодушевленный общими научными интересами».

Лебедев возвратился в Москву в сентябре 1911 г. Однако здоровье его было окончательно подорвано. Тяжело страдая, он лишь изредка спускался со второго этажа и по вечерам заходил в лабораторию. 1 марта 1912 г. лабораторию потрясла жестокая весть: в возрасте 46 лет скончался от болезни сердца П. Н. Лебедев, не переживший волнений, связанных с уходом из университета. Незадолго до своей кончины он успел подготовить проект нового здания Физического института, который был построен уже под руководством П. П. Лазарева на Миусской площади. Институт удалось открыть лишь 1 января 1917 г., через пять лет после смерти П. Н. Лебедева. Его директором был избран П. П. Лазарев.

П. Н. Лебедев и его первая школа русских физиков оставили неизгладимый след в истории развития физической науки в нашей стране. Академик С. И. Вавилов писал: «П. Н. Лебедев, наряду с М. В. Ломоносовым, — одна из замечательных фигур истории русской физики. Он был первым организатором коллективной научной работы в области физики и больших исследовательских лабораторий, ставших образцом для научных институтов в наши дни»⁵.

⁵ Вавилов С. И. Петр Николаевич Лебедев // Люди русской науки. М.: Физматгиз, 1961. С. 277.

В летнее каникулярное время огромной популярностью среди лебедевских учеников пользовался туризм. Сергей Николаевич также заразился этой «болезнью». Вместе с тем посещение зарубежных стран было дорогим удовольствием. Однако, усиленно зарабатывая уроками и экономя даже на мелочах, в 1910 г., будучи студентом второго курса, С. Н. Ржевкину удалось совершить поездку во Францию. Его спутниками были его друзья — Г. Ф. Мищенко и В. А. Полторацкая. Во время поездки особых сложностей не было. С. Н. Ржевкин довольно сносно говорил по-французски. Полные впечатлений, путешественники вернулись домой паромом через Марсель, Неаполь, Геную, Афины, Смирну и Константинополь. Конечным пунктом была Одесса. В 1912 г. вместе с Г. Ф. Мищенко С. Н. Ржевкин объездил на велосипеде всю Финляндию, которая в то время входила в состав России. Самая дальняя точка их путешествия находилась уже за полярным кругом (г. Рованиemi).

Врожденная предприимчивость и инициатива позволили Сергею Николаевичу совершить путешествие и в более отдаленные края. В 1913 г., желая решить денежную проблему, Ржевкин принял участие в создании научно-популярного фильма об излучении электромагнитных волн вибратором. Этот фильм ставился под руководством лебедевского ученика старшего поколения В. К. Аркадьева. На долю Сергея Николаевича достался довольно сложный расчет формы силовых линий, возникающих в последовательные моменты времени работы вибратора. Меняющиеся во времени картины силового поля были построены графически и засняты на киноплёнку. В результате был создан мультипликационный кинофильм, демонстрирующий механизм излучения электромагнитных волн. Зритель мог наглядно проследить за процессом отшнурования замкнутых электрических силовых линий и их распространения в сторону от излучателя. Фирма Ханжонкова, снимавшая фильм, щедро расплатилась со студентом. Счастливый Сергей Николаевич получил гонорар в размере 200 руб. Обладая такими деньгами и присоединив к ним накопленные суммы, можно было решаться на длительное путешествие.

Свой круиз Сергей Николаевич подробно описал в путевом дневнике. Он записал: «Много я раз жалел, что никогда не пробовал заняться писательством». Однако его опасения были напрасны. Дневник, к счастью сохранившийся, написан очень живо, интересно и с характерной для автора обстоятельностью. Он содержит 154 страницы текста, который сопровождается огромным количеством фотографий, открыток и другим иллюстративным материалом. Все листы аккуратно переплетены в одну толстую книгу, которая озаглавлена: «Вокруг Азии (Впечатления путешествия на пароходах добровольного флота из Одессы во Владивосток и по великому сибирскому пути из Владивостока и до Москвы. Лето 1913 г.)».

Путешествие началось 11 июня 1913 г., когда из Одесского порта отплыл пароход «Владимир», увозивший на своем борту



С. Н. Ржевкин на острове Цейлон (1913 г.)

С. Н. Ржевкина и Г. Ф. Мищенко, который тоже решил «повидать свет». Не имея денег для такого путешествия, он устроился работать членом паровой команды. Дневник открывается восторженными словами: «Наконец сбылась моя давняя мечта — я еду на океанском пароходе. И еду в такие страны, что до сих пор не верю себе!». Плавание было долгим. Целый месяц понадобился для того, чтобы доплыть до о-ва Цейлон (ныне о-в Шри-Ланка). 10 июля 1913 г. «Владимир» бросил якорь в порту Коломбо. Сергей Николаевич получил полную свободу на три недели, пока не придет следующий пароход «Киев». Пришлось расставаться с Мищенко, который поплыл дальше на «Владимире».

Сергей Николаевич предпринял самостоятельное путешествие в Южную Индию, где посетил города Мадрас, Мадур и Пондишери. Возвратившись из Индии на Цейлон накануне прихода «Киева», он заболел очень тяжелой формой кори и три недели пролежал в госпитале. Когда стало полегче, коротал больничное время, занимаясь математикой без книг, как он записал «на память». «Киев» ушел, а С. Н. Ржевкин, оставшись почти без средств, был вынужден ютиться в ночлежке для безработных матросов. Возвратиться на родину помог русский консул, который заплатил за лечение в госпитале и выделил небольшие средства на обратную дорогу. 7 сентября на пароходе «Могилев» Сергей Николаевич отправился через Японию во Владивосток. По пути побывал на острове Суматра и в Сингапуре; в Японии посетил порт и окрестности города Нагасаки. 5 октября Ржевкин добрался до Владивостока, а 8 октября скорый поезд через всю страну помчал его обратно в Москву. Однако в середине пути практически кончились деньги. Пришлось в целях экономии пересаживаться в пассажирский поезд. В дневнике появилась запись: «Кипяток всюду бесплатный. Благодать!» 20 октября Сергей Николаевич, наконец, возвратился в Москву. Путешествие заняло четыре с половиной месяца. Экономия на всем, Сергею Николаевичу удалось уложиться в 403 руб. 20 коп. Эта поездка была большим событием в его жизни. Обогатив новыми впечатлениями, она сильно расширила жизненный опыт С. Н. Ржевкина, научила его бороться с трудностями, дала уверенность в своих силах.

Но вот путешествие стало историей. Необходимо было готовиться к выпускным государственным экзаменам. Все годы пребывания в университете Сергей Николаевич много и усердно работал. Поэтому на предстоящие испытания он шел с полной уверенностью в своих силах и знаниях. Единственной трудностью был экзамен по теории чисел. Этот абстрактный предмет, очень далекий от экспериментальных интересов Сергея Николаевича и С. И. Вавилова, плохо давался обоим выпускникам. Не один день они вдвоем провели в доме родителей Вавилова на Средней Пресне, без всякого интереса осваивая нелюбимую дисциплину. Однако и эта трудность вскоре осталась позади. В мае 1914 г., блестяще сдав все выпускные экзамены, Сергей Николаевич Ржевкин окончил физико-математический факультет по специальности «физика», получив диплом первой степени.

Прапорщик Ржевкин

Менее чем через месяц после окончания университета и за два месяца до начала первой мировой войны, 1 июля 1914 г. С. Н. Ржевкин был призван в армию. Наличие университетского диплома давало некоторые преимущества. Призывник имел право выбирать воинскую часть для прохождения службы и нести ее в качестве вольноопределяющегося¹. Сергей Николаевич был зачислен вольноопределяющимся 1-го разряда в Гренадерский саперный батальон, который на летний период выезжал в военный лагерь в село Любутское, расположенное в живописном месте на берегу реки Оки, в 12 км от города Алексина Тульской губернии. Сюда же был переведен из города Старица саперный батальон, в котором только что начал служить его университетский товарищ С. И. Вавилов. Можно себе представить радость друзей, неожиданно встретивших друг друга.

Несмотря на непривычную обстановку и муштру, которая была особенно неприятна после вольной университетской жизни, военная служба в Любутском лагере была относительно легкой. Кроме того, для Сергея Николаевича она сильно скрашивалась присутствием его университетского друга. Он так вспоминал об этом периоде их жизни: «Здесь нас подвергали тяжелой военной муштровке, в процессе которой часто страдало самолюбие, поскольку к интеллигенции в армии относились с нарочитым пренебрежением и часто преднамеренно унижали. В этом отличались как офицеры, так особенно унтер-офицеры — наши непосредственные наставники. Была в военной муштровке и положительная сторона — человек приучался понимать силу сплоченного путем дисциплины коллектива и приходил к сознанию, что не следует считать только себя, индивидуально, венцом создания. . .

В свободные дни мы регулярно встречались с Сергеем Ивановичем и отводили душу в беседах о физике. Однажды, в самом конце июля по старому стилю, мы совершили прогулку в гости к Торичану Павловичу Кравцу, который жил тогда на даче под Алексиным. День, проведенный в обществе этого прекрасного человека, одаренного физика, одного из талантливейших учеников П. Н. Лебедева, надолго остался в памяти, и в дальнейшем мы часто вспоминали с Сергеем Ивановичем эту встречу»².

Однако благополучие продолжалось недолго. 1 августа 1914 г. началась война с Германией и Австро-Венгрией. С. Н. Ржевкин

¹ Вольноопределяющийся — военнослужащий царской армии, призванный после получения высшего или среднего образования и несший военную службу на льготных условиях (сокращенный срок службы, право жить на собственные средства вне казарм).

² *Ржевкин С. Н.* Воспоминания о С. И. Вавилове // Сергей Иванович Вавилов: (Очерки и воспоминания). М.: Наука, 1981 г. С. 141.

так вспоминал о событиях этих дней: «Через два дня грянула война. В одну ночь мы совершили марш в 35 километров с полной нагрузкой и винтовками на плече до Калуги. А далее нас захватил вихрь военных событий. Сергей Иванович сразу попал на фронт в район г. Люблина в Польше и получил боевое крещение в первых же боях. Я остался в Москве, в запасном телеграфном батальоне, и был направлен на Северный фронт лишь в 1916 г. (уже будучи в чине прапорщика инженерных войск), принимал участие в боевых действиях под Ригой. В конечном счете как Сергей Иванович, так и я были зачислены в радиотелеграфные части и закончили войну в должностях начальников полевых радиостанций»³.

Однако все это будет потом. А пока впереди два с лишним тяжелых военных года. В архиве сохранился «Послужной список 1-го запасного телеграфного батальона Прапорщика Ржевкина», составленный «Апреля 25 дня 1916 г.». Из него можно узнать, что С. Н. Ржевкин в октябре 1914 г. был вначале переведен в рядовые, а затем в ефрейторы, в ноябре произведен в младшие унтер-офицеры, в марте 1915 г. переименован в старшие унтер-офицеры. Наконец, 10 августа 1915 г. он был допущен «к держанию экзамена на чин прапорщика». Экзамен был сдан успешно, и С. Н. Ржевкин «Высочайшим приказом в 15 день мая месяца 1915 г. произведен прапорщиком инженерных войск». Ему было назначено жалование 600 руб. в год и к нему дополнительных 120 руб. в год. Он выполнял обязанности младшего офицера сначала 3-й, затем 2-й и, наконец, 6-й роты, где заведывал телеграфным классом.

В 1915 г. командование, зная, что С. Н. Ржевкин по образованию физик, поручило ему исследование раздражения человеческих мышц переменным током в связи со ставшей актуальной задачей электризации проволочных заграждений на фронте. Результаты этой работы были новы и в дальнейшем использованы учителем С. Н. Ржевкина академиком П. П. Лазаревым в его известной монографии «Исследования по адаптации»⁴. Во время лабораторных работ Сергей Николаевич по своей неопытности мало заботился о соблюдении техники безопасности. Однажды, будучи один в лаборатории электротехники Московского высшего технического училища (МВТУ), где проводились опыты, Ржевкин по неосторожности включил на себя напряжение 120 вольт переменного тока через плотно зажатые в руках металлические электроды. Вследствие мгновенного сокращения мышц рук и груди он испустил непроизвольный вопль и, потеряв сознание, упал. При падении провода оборвались, и только благодаря этому он остался жив. Однако долгое время потом испытывал болезненные ощущения во всем теле.

Первые опыты по электризации заграждений пришлось проводить довольно оригинальным способом. Дело в том, что сила пере-

³ Там же. С. 141—142.

⁴ Лазарев П. П. Исследования по адаптации // Собр. соч. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1957. Т. 1. С. 373.

менного тока, вызывающая болезненное раздражение, очень невелика — всего доли миллиампера. В то время не существовало приборов, позволяющих измерять такие малые переменные токи. Тогда Сергей Николаевич придумал весьма оригинальный прием, позволивший обойти возникшие трудности. Он пригласил 50 человек студентов МВТУ, которые должны были все одновременно взяться за наэлектризованный провод. При начале раздражения студенты громко подавали голос. Ток, проходящий через них в землю, был в 50 раз больше, и его можно было измерить имеющимися приборами. Профессор электротехники К. А. Круг был восхищен таким экспериментом.



Прапорщик С. Н. Ржевкин
в действующей армии
(январь, 1917 г.)

В середине 1916 г., после производства в чин прапорщика инженерных войск, С. Н. Ржевкин был направлен в действующую армию. Он участвовал в боевых действиях, находясь в составе 12-й Армии Северного фронта вблизи города Риги. Задача телеграфной роты заключалась в обеспечении надежной связи штабов корпусов и дивизий с артиллерийскими наблюдательными пунктами. Офицеры телеграфных рот пользовались верховыми лошадьми для быстрых передвижений при прокладке полевых линий связи. Ржевкин обучился верховой езде уже на фронте. При проведении работ ему часто приходилось бывать под обстрелом артиллерии. В периоды затишья на фронте Сергей Николаевич жил в неподалеку расположенной Риге на бульваре Тотлебена. Как он хорошо себя чувствовал там, видно из его письма к другу его отца Н. А. Королеву: «В городе войны совсем не заметно, лишь изредка летают аэропланы и по ним палит со всех сторон наша артиллерия, да по ночам иногда доносится канонада с позиций, которые находятся верстах в 15 от города. У меня много свободного времени, что особенно приятно после Москвы, где я был занят каждый день. Главное мое занятие сейчас — верховая езда. Мне досталась прекрасная лошадь Кет, и я каждый день выезжаю куда-нибудь за город. Стал интересоваться лошадьми, купил даже книгу об уходе за лошадью и обучаюсь верховой езде у здешних кавалеристов».

Позднее С. Н. Ржевкин использовал свободное время для

научных занятий. Он изучил фундаментальный труд знаменитого немецкого естествоиспытателя Г. Л. Гельмгольца «Учение о слуховых ощущениях», постигая оригинал на немецком языке. Сергей Николаевич воспользовался также тем, что в Риге проживало большое число прибалтийских немцев, общаясь с которыми, он смог быстро добиться успехов в разговорной немецкой речи.

Знакомство с книгой Гельмгольца усиливало интерес Ржевкина к проблемам акустики, которой он увлекался еще в студенческие годы. Поначалу этому способствовало его пристрастие к вокальному искусству. Однако самым мощным стимулом были оригинальные по содержанию и блестящие по форме лекции по музыкальной акустике, которые читал в Москве профессор А. А. Эйхенвальд. Эти лекции сопровождалась интересными опытами и исполнением некоторых мелодий на рояле.

В конце 1916 г. С. Н. Ржевкина перевели в радиотелеграфные части, где он был назначен помощником начальника 2-го Сибирского корпусного радиотелеграфного отделения и получил в свое распоряжение полевую радиостанцию. Это был период начала золотого века радиотехники. В армейскую практику стали внедряться приемники сигналов нового типа, работающие на электронных катодных лампах. С. Н. Ржевкин с большим интересом знакомился с этими новинками. На Тверской радиостанции под руководством военных инженеров М. А. Бонч-Бруевича, П. А. Острякова и Л. Н. Салтыкова было организовано производство отечественных катодных ламп, которыми снабжались фронтовые радиостанции. В 1918 г. М. А. Бонч-Бруевич стал во главе знаменитой Нижегородской радиолaborатории, объединившей лучших русских радиоспециалистов того времени. Своими работами в области радиоламп, радиовещания и дальней связи на коротких волнах Нижегородская радиолaborатория сыграла выдающуюся роль в становлении и развитии отечественной радиотехники.

Демократические настроения С. Н. Ржевкина не остались незамеченными. В его послужном списке можно прочесть следующую запись: «Согласно п. 13 положения о демократизации армии, общим собранием солдат Радиотелеграфного отделения 2-го Сибирского армейского корпуса от 19 декабря 1917 г. за № 23, перевыбран и оставлен помощником Начальника корпусного радиотелеграфного отделения».

В октябре 1917 г. в Петрограде был созван военный радиотехнический съезд, на который С. Н. Ржевкин был избран делегатом от Северного фронта. Заседания съезда проходили в помещении Инженерного замка; его работа завершилась уже в дни Октябрьской революции. В послужном списке С. Н. Ржевкина имеется запись: «На Всероссийском съезде военных радиотелеграфистов избран в Общеармейский радиотехнический комитет при Ставке Верховного главнокомандующего, куда и командирован 14 января 1918 г.». Сергей Николаевич направился в Могилев, где в то время находилась Ставка. Задача радиотехнических

комитетов при фронтах и при Ставке заключалась в содействии техническому прогрессу в области военной радиотехники, которая в то время очень сильно отставала от потребностей фронта и тыла.

В составе военного радиотехнического комитета С. Н. Ржевкин работал до марта 1918 г. После заключения Брестского мира он был демобилизован. Военный послужной список Сергея Николаевича завершается словами: «В службе сего обер-офицера не было обстоятельств, лишающих его права на получение знака отличия беспорочной службы или отдаляющих срок выслуги в оному». Однако молодому офицеру в дни революции было не до выслуги и наград. Он стремился домой, к мирной жизни. Его четырехлетние военные скитания благополучно завершались и сильно возмужавший поручик наконец вернулся в родную Москву.

Г л а в а 4

Начало творческого пути

В середине 1918 г. С. Н. Ржевкин вернулся в Москву. Однако сразу же возникли жизненные трудности, так как у него не осталось ни родных, ни дома, ни имущества. Нужно было устраиваться на работу и где-то жить. На первых порах помог случай. Почти одновременно с Ржевкиным с фронта возвратились его университетские товарищи С. И. Вавилов и Б. В. Ильин. Последний находился в столь же плачевном положении, что и Сергей Николаевич. Приняв близко к сердцу трудности друзей, С. И. Вавилов устроил их обоих в доме своих родителей на Средней Пресне. Мать Вавилова, Александра Михайловна, встретила их как родных сыновей, поселила в отдельных комнатах и регулярно кормила по утрам завтраками. Несколько месяцев провели С. Н. Ржевкин и Б. В. Ильин в этом гостеприимном доме. Они навсегда сохранили благодарную память о добрейшей Александре Михайловне.

Вопрос с работой также вскоре решился положительно. По рекомендации своего учителя П. П. Лазарева, Сергей Николаевич устроился ассистентом на кафедру физики Петровской (ныне Тимирязевской) сельскохозяйственной академии, во главе которой стоял профессор В. А. Михельсон, известный своими работами по физике горения. Здесь С. Н. Ржевкин начал приобретать опыт преподавателя высшей школы.

В следующем, 1919 г. произошло большое событие в личной жизни Сергея Николаевича. Бывая в семье своего университетского товарища, лебедевца Т. К. Молодого, отца ставшего впоследствии крупным советским разведчиком К. Т. Молодого¹, он встре-

¹ *Аграновский В.* Анфас и профиль Конона Молодья (Т.-Т. Лонгсдей) // Огонек. 1988. № 34. С. 18—21.

тился с начинающим хирургом В. И. Свицерской. Вера Иосифовна была подругой жены Т. К. Молодого Е. К. Молодой. Они обе работали в военном госпитале.

Молодые люди полюбили друг друга и решили соединить свои судьбы. Их дочь так описывает последовавшие за этим события: «Родители мои поженились в 1919 году. Был голод. Оба были сироты — ни кола, ни двора. Помню мама рассказывала, что на свадьбу сшила из подкладки бабушкиного пальто платье, а папа подарил ей селедку. В то время это был дорогой подарок. Позднее, в 1921 г., от радиотехнической лаборатории, в которой тогда работал папа (она располагалась в церкви, в бывшем Ржевском (ныне улица Палиашвили) переулке (сейчас на этом месте Верховный суд)), папе дали две маленькие комнатки в старом полуразрушенном помещичьем доме в арбатском переулке (Кривоникольский переулок). Там родилась я в 1921 г.² и Кира в 1925 г.³. Этого переулкa теперь не существует, на этом месте теперь Новоарбатский гастроном».

Жить было трудно и голодно. Приходилось доставать дрова, разбирая ветхие дома и заборы, самим в комнате на полу складывать печи. Рядом с комнатой, где жил Сергей Николаевич с женой, однажды ночью рухнул прогнивший потолок в большом зале. К счастью, никто не пострадал. Выход из комнаты был завален бревнами и землей. На другой день, 5 сентября 1921 г., в семье произошло знаменательное событие — родилась дочь Елена. Жить пришлось среди развалин. Сергей Николаевич энергично взялся за восстановление разрушений и своими руками построил неплохую квартиру из двух комнат, в которой вся семья благополучно прожила до 1939 г., когда президент АН СССР В. Л. Комаров выделил им новое жилье — квартиру на улице Чкалова. С. Н. Ржевкин тогда уже работал в Академии наук.

Брак Ржевкиных оказался удачным. Сергей Николаевич и Вера Иосифовна прожили в согласии более 50 лет, успев отметить в 1969 г. свою золотую свадьбу. Вот как описывает свою мать Е. С. Ржевкина: «Мама была у нас необыкновенно жизнерадостным человеком. Ее доброта к людям, необычная простота в обращении и какая-то детская наивность не знали границ. Отец ее был юристом, мать воспитывала пятерых детей. Жили они в городе Каменец-Подольске, где ее отец работал в суде. Мама не жалела себя, если кому-либо не только из близких, но и чужих людей нужно было помочь. Бескорыстие, честность, высокое чувство долга и истинное милосердие отличали моих родителей. „Чувство долга — это здоровье души“, — сказал кто-то, и мои родители в полной мере обладали им. Мама была прекрасным врачом, всегда внимательная, душевная, чувствуя больного сердцем, она почти

² Ржевкина Елена Сергеевна — преподаватель немецкого языка, долгие годы работает старшим методистом Московского педагогического института им. Н. К. Крупской.

³ Ржевкин Кирилл Сергеевич — физик, доцент физического факультета Московского университета.

никогда не ошибалась в диагнозе. Будучи врачом по призванию души, мама за всю долгую свою практику не получила „привыкания” к жалобам больных, но всю жизнь сострадала им. Она никогда не отказывалась, если ей приходилось среди ночи идти к больному: „Болезнь не знает времени“, — говорила она».

Несмотря на очевидные успехи, деятельность рядового врача не удовлетворяла В. И. Ржевкину. Одновременно с врачебной практикой она с большим интересом начала заниматься научной работой. С 1938 г. Вера Иосифовна работала доцентом кафедры анатомии, а в 1945 г. защитила диссертацию и стала кандидатом медицинских наук и только в преклонном возрасте вышла на пенсию.

В конце 1919 г. Сергей Николаевич был вновь призван, но теперь уже в Красную Армию. Учитывая особенности его предшествующей службы, его направили в Военную радиотехническую лабораторию Главного военно-инженерного управления, находившуюся в Москве на Большой Молчановке, заведующим которой был А. Т. Углов. Под его руководством в лаборатории успешно проводились опыты по радиотелефонии на дальние расстояния. В этом коллективе в качестве научного сотрудника Сергей Николаевич проработал до 1923 г. Здесь ему довелось познакомиться со многими интересными людьми. С самого начала он работал с очень изобретательным человеком — инженером Л. С. Терменом, который создал звуковой музыкальный инструмент «Терменвокс», получивший затем широкую известность. Этот инструмент мог изменять высоту звука при движении в воздухе руки управляющего им человека. С 1921 г. лабораторию начал возглавлять известный специалист в области радиотехники, ставший впоследствии академиком, М. В. Шулейкин. В эти же годы там работал и будущий академик Б. А. Введенский.

Благодаря полученному опыту в радиотехнических военных лабораториях Ржевкин стал большим специалистом в практической радиотехнике, что во многом способствовало его последующей успешной деятельности в области акустики и биофизики. Все эти годы Сергей Николаевич поддерживал тесную связь со своим учителем П. П. Лазаревым. Последний был в то время уже академиком и директором Физического института. Штат института поначалу был более чем скромным. Он состоял из директора П. П. Лазарева и трех ассистентов — Н. К. Шодро, П. П. Павлова и А. К. Трапезникова. По этому поводу В. В. Шулейкин писал: «Все остальные сотрудники числились „практикантами”, в штате не состояли и никакого оклада в институте не получали»⁴. В число «практикантов» Лазарев прежде всего привлекал сотрудников, которые работали у него в свое время в Мертвом переулке и в университете им. Шанявского. Это были энтузиасты, которые бесплатно трудились в институте в свободное от основной работы время. Среди них был и С. Н. Ржевкин.

⁴ Шулейкин В. В. Дни прожитые. М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 86.

В 1919 г. Физический институт был передан в ведение Народного комиссариата здравоохранения РСФСР. Затем его переименовали в Институт биологической физики, и, наконец, в 1929 г. он получил название Института физики и биофизики. Став государственным учреждением, институт быстро превратился в крупный научный центр по изучению проблем биологической физики, фотохимии, молекулярной физики, электромагнетизма, акустики, оптики, а позднее (в связи с началом исследований Курской магнитной аномалии) и геофизики. В те годы Наркомздрав возглавлял выдающийся организатор советского здравоохранения Н. А. Семашко, который оказывал институту очень большую помощь.

Постепенно штат института стал расширяться. Здесь появился крупный специалист в области радиоэлектроники Н. Д. Папалекси, работали университетские друзья Сергея Николаевича — С. И. Вавилов, П. Н. Беликов, Б. В. Ильин, как и он отслужившие в армии в радиотехнических частях. Затем в штат вошли Т. К. Молодой и Э. В. Шпольский, организовавший вскоре издание двух физических журналов: «Известия физического института» и существующего по сей день «Успехи физических наук». Несколько позднее в институте стали работать А. С. Предводителев, П. А. Ребиндер, В. К. Семенченко и Г. С. Ландсберг. Повседневное общение с таким созвездием молодых талантливых ученых, впоследствии обогативших советскую и мировую науку результатами первостепенной важности, чрезвычайно плодотворно сказывалось на работе, стимулировало постановку и проведение собственных оригинальных научных исследований.

Быстрому росту, расширению научного кругозора и самостоятельности также способствовали еженедельные коллоквиумы, которые, верный лебедевским традициям, регулярно проводил П. П. Лазарев. Сам он был широко эрудированным ученым, человеком большой творческой инициативы, умевшим увлечь молодежь своими творческими планами и идеями. Лазаревские коллоквиумы регулярно собирали крупнейших отечественных и зарубежных ученых и очень много молодежи. Здесь неоднократно выступали с докладами А. Н. Крылов, А. Ф. Иоффе, Я. И. Френкель, В. К. Фредерикс, австрийский физик П. С. Эренфест, французские физики П. Ланжевен и В. П. Анри. При этом тематика коллоквиума была чрезвычайно широка и включала не только физические проблемы, но и вопросы физической химии, биологии, медицины и геохимии. Все это способствовало быстрому научному росту молодежи, приучало их широко и свободно мыслить и активно отстаивать свою точку зрения, не пасуя даже перед именитыми учеными.

Сразу же после появления в институте Сергей Николаевич получил от П. П. Лазарева тему для своих научных исследований. Она относилась к области акустики, а точнее — к биофизическим особенностям восприятия сложных звуков. Предлагалось экспериментально исследовать вопрос о природе консонансов и дис-

сонансов. Эта проблема в то время волновала не только физиков, но и психологов, а также медиков. Сергей Николаевич с большим энтузиазмом принялся за работу. Применение новых для того времени методов радиотехники (телефонов и генераторов незатухающих колебаний) в значительной мере облегчило исследование. В работе удалось установить, что при раздельном слушании двух сложных звуков каждым ухом в отдельности ощущение диссонанса и консонанса почти полностью исчезает. При этом точность установления консонирующих созвучий становится крайне малой. При совместном слушании двух звуков одним ухом возникновение комбинационных тонов и биений между обертонами делает ощущение консонанса чрезвычайно четким. Результаты этой работы указывали на то, что определяющую роль в ощущении звуковых созвучий играет, в соответствии с Гельмгольцем, нелинейность периферической слуховой системы, а не, как утверждалось ранее Штрумпфом и некоторыми другими психологами, центральная нервная система. Это была первая законченная оригинальная научная работа С. Н. Ржевкина, которую он опубликовал в 1920 г.⁵ Она была выполнена в Военной радиотехнической лаборатории.

В этой же лаборатории С. Н. Ржевкин приобрел большой опыт работы с электронными лампами. В те годы их называли катодными, или термоионными лампами. В 1919 г. он сконструировал генератор незатухающих колебаний с «термоионными лампами» на частоты от 10—15 Гц до нескольких десятков кГц, о чем доложил на коллоквиуме Физического института при Московском научном институте⁶. «В работе подобного генератора, — писал Сергей Николаевич, — замечается интересная особенность, заключающаяся в том, что при некоторых условиях колебания в нем начинают периодически прерываться, т. е. за периодом звука (при подключении телефона. — *Авт.*) следует период молчания, затем снова период звука и т. д. ... Существенным условием для возникновения описанных прерывов является наличие конденсатора в цепи сетки лампы, шунтированного очень большим сопротивлением порядка сотен мегаомов. Явление объясняется, по-видимому, заряджением сетки отрицательным потенциалом и постепенным стеканием заряда через сопротивление».

В 1921 г. совместно с Б. А. Введенским С. Н. Ржевкин продолжил исследование прерывистого режима генерации и создал теорию этого явления⁷. Уже в первой работе Сергей Николаевич указал на возможность возникновения из-за этого явления шумов генератора и предложил использовать это явление для измерения

⁵ Ржевкин С. Н. К вопросу о природе консонансов и диссонансов // Изв. Физ. ин-та при Моск. науч. ин-те. 1920. Т. 1, вып. 2. С. 73—78.

⁶ Ржевкин С. Н. Некоторые особенности в работе генератора незатухающих колебаний с термоионными лампами // Там же. С. 76—77.

⁷ Ржевкин С. Н., Введенский Б. А. Прерывистый триодный генератор, его теория и применения // Телеграфия и телефония без проводов, 1921. № 11. С. 67—81.

сопротивления (при известной емкости) или емкости (при известном сопротивлении). Эти измерения в соответствии с развитой теорией⁸ сводились к определению потенциалов на сетке, при которых начинается и заканчивается генерация импульса, и периода повторения импульсов. Были проведены измерения больших сопротивлений (10^6 — 10^{11} Ом) с достаточно высокой точностью, а также емкостей.

Склонность Сергея Николаевича к аналитическому подходу к физическим явлениям начала проявляться уже на ранних этапах его работы. В 1920 г. в Военной радиотехнической лаборатории он провел теоретический анализ антенны и входного контура радиоприемника, причем антенна рассматривалась как распределенный элемент⁹. В этой работе были определены условия согласования антенны с входным контуром приемника, настройки входа приемника на разных частотах и другие вопросы приема радиосигналов.

Мы видим, что проблемами радиотехники С. Н. Ржевкин начал заниматься на самой заре ее появления и развития. Он ими глубоко увлекся и был горячим сторонником популяризации радиотехнических проблем, которые по мере практического распространения привлекали внимание все более широких слоев населения. Учитывая это и зная, что в стране быстрыми темпами начинает развиваться радиолюбительство, в 1924 г. Сергей Николаевич опубликовал научно-популярную книжку: «Как самому устроить радиоприемник»¹⁰. В дальнейшем он продолжил свою популяризаторскую деятельность: часто выступал с лекциями на радиотехнические темы и активно сотрудничал в журнале «Радиолюбитель».

Годы работы в Военной радиотехнической лаборатории были трудными и голодными. Небольшой заработной платы не хватало даже на очень скромное содержание семьи. Определенная поддержка поступала со стороны наркома здравоохранения Н. А. Семашко, который много внимания уделял быту ученых. По его инициативе в 1919 г. была создана Центральная комиссия по улучшению быта ученых (ЦЕКУБУ). Научные сотрудники стали получать продовольственные пайки, что было, конечно, большим подспорьем в те трудные годы. Вместе с тем эта помощь проблемы в целом не решала. В те годы ограничений на совместительство не существовало. Это позволило Сергею Николаевичу в 1920 г. вновь при помощи П. П. Лазарева устроиться преподавателем на его кафедру физики в Московском высшем техническом учи-

⁸ Ржевкин С. Н., Введенский Б. А. По поводу измерений емкости и сопротивлений посредством прерывистого генератора // Там же. 1922. № 15. С. 576—578.

⁹ Ржевкин С. Н. Колебания связанных контуров, из которых один содержит равномерно распределенную емкость и самоиндукцию // Там же. 1921. № 9. С. 342—351; Колебания связанных систем, обладающих распределенной емкостью и самоиндукцией // Изв. Физ. ин-та при Моск. науч. ин-те. 1921. Т. 1, вып. 5/6. С. 252—256.

¹⁰ Ржевкин С. Н. Как самому устроить радиоприемник. М.: Новая Москва, 1925. 99 с.

лице. Здесь преподавательская работа С. Н. Ржевкина продолжалась в течение двух лет, до 1921 г.

Характерной чертой Сергея Николаевича было внимательное и постоянное знакомство с новинками в интересовавших его областях как отечественной, так и зарубежной научной литературы. Глубокая эрудиция и знание языков позволили ему активно включиться в работу недавно созданного (1919 г.) центрального обзорного научного журнала «Успехи физических наук». В 1920 г. появляется его первая небольшая работа в этом издании¹¹. За ней последовала и вторая работа¹². Это был период, когда Сергея Николаевича крайне интересовала бурно развивающаяся ламповая радиотехника. Уже имелись зарубежные катодные лампы, в Нижегородской радиотехнической лаборатории разрабатывались первые отечественные вакуумные лампы. Сергей Николаевич опубликовал в «Успехах физических наук» обстоятельную обзорную статью о радиолампах¹³. В работе, помимо истории создания ламп, были подробно рассмотрены вопросы термоэлектронной эмиссии, прохождение тока в разряженных газах, работа вакуумного диода и триода в различных режимах, некоторые конструктивные особенности немецких и французских ламп. В период зарождающейся отечественной радиоэлектроники привлечение внимания физиков к этой важнейшей проблеме трудно переоценить.

В конце 1923 г. Сергей Николаевич был демобилизован из армии и получил возможность работать в лабораториях гражданского подчинения. В те годы в Москве интенсивные научно-технические разработки велись в Государственном экспериментальном электротехническом институте (ГЭЭИ)¹⁴, который был организован известным электротехником профессором К. А. Кругом. Радиоотдел этого института возглавлял профессор М. В. Шулейкин, который хорошо знал Сергея Николаевича по совместной работе в Военной радиотехнической лаборатории. Он предложил С. Н. Ржевкину перейти к нему в отдел на работу. Предложение было принято. В ГЭЭИ Сергей Николаевич получил под свое руководство группу сотрудников, вместе с которыми провел обширный круг научно-исследовательских работ. Прежде всего он уделил большое внимание созданию новых радиотехнических аппаратов для медицинских целей. Одна из первых работ этого направления развилась из его предыдущих (1921 г.) исследований частотной зависимости порога раздражения мышц переменным током. При достаточно высоких частотах в мощном поле происходило сильное нагревание тела, что было использовано для разработки диатерми-

¹¹ *Ржевкин С. Н.* Телеграфия и телефония без проводов // *Успехи физ. наук.* 1920. Т. 2. С. 133—134.

¹² *Ржевкин С. Н.* Новые методы получения незатухающих электромагнитных волн // Там же. 1922. Т. 3. С. 118—120.

¹³ *Ржевкин С. Н.* Катодные лампы, их теория и главные применения // Там же. 1924. Т. 4. С. 271—314.

¹⁴ Через несколько лет этот институт был реорганизован и получил название Всесоюзного электротехнического института (ВЭИ), которое сохранил до наших дней.

ческого аппарата¹⁵. Особенностью схемы этого прибора было то, что он работал от сети переменного тока без выпрямителя¹⁶, генерировал частоту 300 кГц и обладал мощностью 500 Вт. В нем использовались две 500-ваттные лампы Нижегородской лаборатории с анодным питанием переменным напряжением 4000 В так, что в один полупериод работала одна лампа, а в другой — другая. Было проведено теоретическое исследование оптимальной передачи энергии в колебательный контур генератора и в индуктивно связанный с ним апериодический контур пациента, а также осуществлен анализ возможных изменений при различных электрофизических характеристиках разных пациентов. К вопросу о диатермии Сергей Николаевич вновь возвратился в 1930 г.¹⁷

В 1921 г. в продолжение более ранних работ в военных радиотехнических подразделениях и по предложению П. П. Лазарева Сергей Николаевич в Институте биофизики провел исследование зависимости порога раздражения мышц от частоты переменного тока¹⁸. Эта биофизическая проблема представляла помимо технического значения еще и интерес с точки зрения механизма воздействия переменного тока на нервные волокна. В этот период П. П. Лазарев развивал предложенную в 1908 г. Нернстом ионную теорию раздражения. Пороговый ток раздражения I в соответствии с законом Нернста определялся соотношением

$$I = k\sqrt{N},$$

где N — частота, k — размерный коэффициент, зависящий от температуры и типа мышцы. Имевшиеся до этого данные были ненадежны из-за несовершенства экспериментальной аппаратуры. Для мышцы, управляющей левым большим пальцем (объектом исследования при этом был сам автор), на более совершенной аппаратуре Сергеем Николаевичем до частоты 6000 Гц была показана выполнимость закона Нернста; для более высоких частот наблюдалось отклонение в сторону повышения порога.

С. Н. Ржевкин возвратился к этим биофизическим задачам в конце 20-х годов в цикле работ, проведенных совместно с Н. Н. Маловым в незадолго до этого созданной Сергеем Николаевичем лаборатории высокой частоты Рентгеновского института.

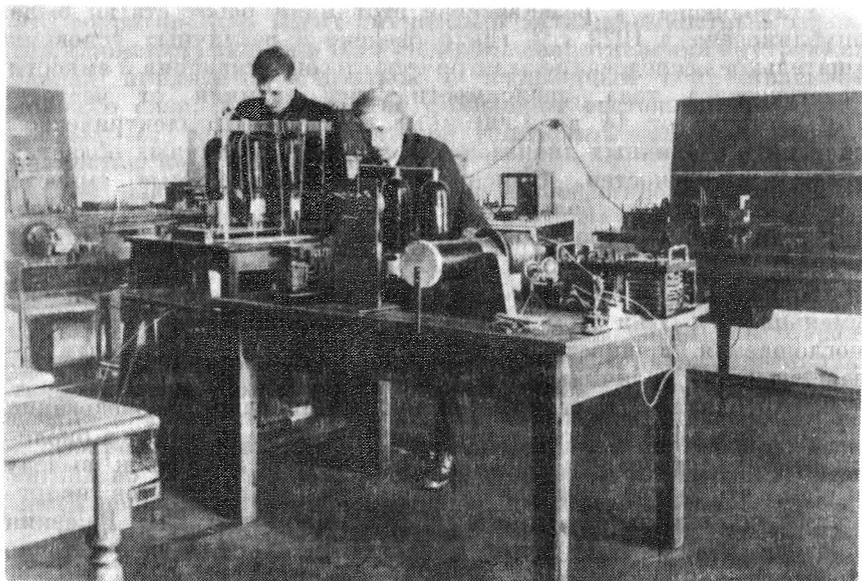
Профессор Н. Н. Малов так вспоминал об этом периоде:

¹⁵ Ржевкин С. Н. Диатермический аппарат с катодными лампами // Телеграфия и телефония без проводов. 1924. № 27. С. 494—503; То же // Тр. ГЭИ. 1925. № 9. С. 19—22.

¹⁶ На оригинальную схему использования генераторных ламп в качестве выпрямителей для анодного питания самих себя С. Н. Ржевкин совместно с Н. Н. Луценко и Б. А. Введенским была подана заявка в Комитет по делам изобретений от 12 июля 1920 г.

¹⁷ Ржевкин С. Н., Малов Н. Н. Несколько слов по поводу «Проекта требований к аппарату диатермии» // Физиотерапия. 1930. Т. 4. С. 471—472.

¹⁸ Ржевкин С. Н. Раздражение мышц переменными токами от 50 до 7700 периодов // Журн. прикл. физики. 1923. Т. 1. С. 188—190.



С. Н. Ржевкин в лаборатории Рентгеновского института
(1929 г.)

«Искровые аппараты давали немонохроматический ток. Практика их использования вызвала сомнения в приложимости закона Нернста (он был сформулирован для токов низкой частоты), и мы должны были проверить его пригодность для диатермических частот (сотни килогерц).

Лаборатория только создавалась. Был готов мощный трехфазный ламповый выпрямитель (но без фильтра) для питания ламп, изготовлялись контуры для различных диапазонов колебаний. Имелся хороший немецкий волномер, тепловые амперметры; для слабых токов мы сами делали термоэлементы. . .

По мере расширения доступного нам диапазона частот мы проверяли закон Нернста при разных расположениях электродов на многих людях. Удалось установить, что нернстовская формулировка годится для низких частот (до сотен герц), затем идет переходная область, а при больших частотах (порядка сотен килогерц) хорошо выполняется закон прямой пропорциональности между током и частотой¹⁹. Тем самым был решен вопрос о рациональном выборе частот для диатермических аппаратов, к выпуску которых готовилась промышленность». Эти работы были предприняты по заданию Наркомздрава и имели целью исследовать физиологическое действие и медицинское применение токов высокой частоты.

¹⁹ Ржевкин С. Н., Малов Н. Н. Исследование порога раздражения мышц переменным током // Журн. прикл. физики. 1927. Т. 4. С. 53—58.

Углубляющая и развивающая этот цикл работ статья была опубликована в 1929 г.²⁰, где проведено в различных условиях тщательное исследование электрического сопротивления и емкости человеческого тела, зависимости этих величин от частоты (на частотах от 14 до 1500 кГц), поглощения электрической энергии в различных диапазонах частот и в различных областях тела и конечностей. Выяснилось, что измеряемые емкости имеют неожиданно большую величину и их нельзя интерпретировать как электростатические, они по характеру частотной зависимости относятся к поляризационным. Эквивалентное сопротивление и емкость при увеличении частоты сильно уменьшаются. При этом для частот, применяемых в диатермии, поглощаемая мощность при постоянной силе тока почти не зависит от их величины.

Д'Арсонваль²¹, проводивший несколько ранее исследование поглощения СВЧ-энергии в мегагерцовой области частот в биологических растворах и кровяной сыворотке, пришел к выводу о том, что закон Джоуля—Ленца для этих объектов неприменим. В описанной работе Н. Н. Малов и С. Н. Ржевкин провели аналогичный опыт с раствором NaCl в более точно контролируемых условиях и показали полную применимость закона Джоуля—Ленца к растворам, объяснив при этом ошибку Д'Арсонваля.

Разработка прибора для медицинской диатермии, а также полученные в этом цикле биофизических исследований результаты представляли чрезвычайно ценный материал для практической физиотерапии, так как позволяли выбирать и контролировать дозу облучения. Как известно, сейчас СВЧ-диатермия прочно вошла в медицинскую практику и в этом безусловно есть немалая заслуга С. Н. Ржевкина и Н. Н. Малова. Есть и другая немаловажная практическая сторона этого цикла работ. Бурное развитие радиотехники, в том числе и разработка мощных радиогенераторов, диктовало необходимость определения научно обоснованных норм техники безопасности. Результаты С. Н. Ржевкина и Н. Н. Малова прямо относились к вопросам нормирования безопасности работы с мощной ВЧ-радиоаппаратурой.

В дальнейшем С. Н. Ржевкин совместно с Н. Н. Маловым была выполнена работа, посвященная исследованию возможности диагностирования некоторых заболеваний по измерению высокочастотного электрического сопротивления²². «Предполагалось, что при некоторых заболеваниях сопротивление человеческого тела может изменяться,—вспоминал Н. Н. Малов,—и, таким образом, станет возможна диагностика отдельных заболеваний.

²⁰ Малов Н. Н., Ржевкин С. Н. Сопротивление человеческого тела электрическим токам высокой частоты // Там же. 1929. Т. 6. С. 39—74.

²¹ D'Arsonval // Comp. rend. Acad. sci. Paris, 1927. Vol. 185. P. 324, 740.

²² Ржевкин С. Н., Малов Н. Н. Сопротивление человеческого тела токам высокой частоты и его отклонения от нормы при некоторых заболеваниях // Клиническая медицина. 1932. Т. 10. С. 352—357.

Это сопротивление носит смешанный активно-емкостный характер. Сложность задачи в том, что кроме сопротивления внутренних тканей приходится считаться с переходным сопротивлением кожного слоя, зависящего не столько от состояния организма, сколько от случайных причин. Исключить же его влияние полностью не всегда легко.

Так как измерительных приборов для широкого диапазона частот не существовало, то был использован метод „дифференциального трансформатора“. Его первичная обмотка состояла из двух совершенно одинаковых катушек; в цепь одной из них был включен исследуемый объект; в цепь другой — набор известных емкостей и сопротивлений. Катушки были соединены параллельно и включены в цепь высокой частоты. С ними была индуктивно связана симметрично расположенная вторичная катушка, соединенная через детектор с чувствительным гальванометром.

Сопротивления и емкости регулировались до тех пор, пока сигнал во вторичной цепи не исчезал, при этом нагрузки обеих цепей первичных катушек, очевидно, были одинаковы.

Выбрав некоторые стандартные положения электродов, прикладываемых к пациентам, удавалось установить некоторые средние величины R и C у здоровых людей, учесть приближенно геометрию участков тела (длину и толщину рук) и составить соответствующие таблицы, с которыми сравнивать затем результаты измерений у больных.

Сергей Николаевич активно участвовал в этой работе, особенно когда возникали неожиданные непонятные трудности. Он придумывал контрольные опыты, изменял конструкцию и добивался успеха.

Описанная выше диагностика проводилась несколько месяцев при активном участии доктора Казакова. К нам привозили важных посетителей; были у нас Алексей Толстой и Вересаев (кстати, оба оказались маловоспитанными людьми — они даже не здоровались с нами и по окончании процедуры ни разу не сказали „спасибо“). Диагностика оправдала себя, кажется, при астме и еще каком-то заболевании. Однако вскоре Казаков был репрессирован, и руководство института решило прикрыть эту тематику».

В студенческие годы и годы пребывания на военной службе, как отмечалось выше, у Сергея Николаевича возникал все больший интерес к разнообразным вопросам акустики. Новые радиотехнические методы, в развитии которых Сергей Николаевич принимал активное участие, открывали широкие возможности в проведении акустических исследований. Немаловажную роль сыграла достаточно быстрая эволюция в этот период электроакустики: разработка новых типов громкоговорителей, микрофонов и других электроакустических устройств.

В 1924 г., сотрудничая с Государственным институтом музыкальных наук (ГИМН), Сергей Николаевич обратил внимание на противоречивость данных, имеющих в зарубежной

литературе, по поводу спектральной плотности энергии речи²³ и указал на ряд экспериментальных неточностей при определении этой характеристики Миллером, содержащихся в его достаточно широко используемой акустикой книге²⁴. В этой связи, а также имея в виду необходимость знания спектрального состава звуков речи и музыкальных звуков для развивающейся электроакустики, Сергей Николаевич в работе «Анализатор звука, основанный на явлении электрического резонанса (предварительное сообщение)»²⁵ предложил использовать для спектрального анализа звука его преобразование в электрический сигнал, например, при помощи конденсаторного микрофона, а затем анализ электрического сигнала посредством перестраиваемого вариометром резонансного контура. В работе была отмечена широкая полоса анализа, высокая разрешающая способность (при высокой добротности контура), возможность фоторегистрации, что приводило к весьма быстрому (несколько секунд) полному анализу звука.

Новые идеи использования пьезоэлектрического эффекта в электроакустике нашли отражение в изобретении С. Н. Ржевским совместно с А. Н. Яковлевым пьезомикрофона²⁶.

Для правильного конструирования ряда устройств электроакустики, особенно телефонов, необходимо было знать значения собственных частот мембран. Имевшаяся теория колебаний мембран Рэля не была экспериментально проверена. В 1927 г. в Акустическом отделе ГЭЭИ доцент С. Н. Ржевкин провел обстоятельную проверку этой теории²⁷. То, что теперь у нас, по предложению Сергея Николаевича, называется модами колебаний (перевод с английского mode), наблюдалось по фигурам Хладни, создаваемым окрашенными в черное песчинками во время колебаний. Частота нулевой моды была на 30 % ниже рассчитанной по Рэлю, что могло быть объяснено влиянием воздушной полости и натяжением мембраны магнитным полем. Отношение частот более высоких мод к частоте нулевой моды отличалось от теоретического менее чем на 10 %. «Рассмотрение картины колебаний мембраны телефона при различных частотах, — пишет автор, — ставит на очередь вопрос о теории и опытным изучении излучения звука на обертонах (более высоких модах. — Авт.) мембраны. В частности, неясно, например, почему при разбиении мембраны на ряд пар секторов, колеблющихся с противоположными фазами ... отмечается неизменное усиление, а не ослабление звука».

²³ Ржевкин С. Н. Несколько замечаний по поводу анализа звука по методу Миллера // Тр. ГИМН. 1924. Т. 1. С. 113—118.

²⁴ Miller D. C. The Science of Musical Sounds. N. Y., 1922.

²⁵ См.: Тр. ГЭЭИ. 1926. № 14. С. 10—14.

²⁶ А. с. 1478 (СССР). Микрофон из кристалла сегнетовой соли / С. Н. Ржевкин, А. И. Яковлев. Заявл. 25.9.1926.

²⁷ Ржевкин С. Н. Об образовании обертонов при колебании мембраны телефона // Науч.-техн. сб. Наркомата почт и телеграфов. 1927. № 6. С. 57—60.

К вопросу о колебаниях мембран, а затем и к колебаниям более сложных оболочек и излучению при этом звука С. Н. Ржевкин будет позднее неоднократно возвращаться, углубляя и развивая это направление, ибо он считал этот круг вопросов одним из центральных в теории звука.

Глава 5

Работы в области музыкальной и физиологической акустики¹

Выше уже говорилось о первой опубликованной в 1920 г. научной работе Сергея Николаевича, имеющей прямое отношение к особенностям восприятия сложных звуковых сигналов, — «К вопросу о природе консонансов и диссонансов». В предисловии к первому изданию книги «Слух и речь в свете современных физических исследований», вышедшей в 1928 г., он писал: «За последние десятилетия акустика получила чрезвычайно широкое поле приложений как в технике, так и в практической жизни. . . Телефония и радиотелефония в своем интенсивном развитии встали перед необходимостью объективного изучения и анализа феномена речи и звукового материала вообще, а также и слухового аппарата человека, без него дальнейший прогресс в этой области был затруднителен»². Далее, отмечая развитие этого направления за рубежом, Сергей Николаевич указывает ряд областей, для которых эти исследования крайне необходимы: это медицина, где для целей диагностики, лечения и протезирования нужна объективная оценка остроты слуха; это электроакустика, где необходима неискаженная передача речи и музыки; это военное дело, где слуховой аппарат человека в то время широко использовался в воздушной и подводной разведке; это, наконец, архитектурная акустика, где для рационального конструирования театров, студий, лекционных залов необходимо было знать объективные и субъективные особенности речи и слуха.

Нужно сказать, что в этой междисциплинарной области, находящейся на пересечении физики, биологии, психологии, филологии, эстетики и искусства (если речь идет о пении, слушании музыки), естественно, имелся целый ряд крайне сложных вопросов и противоречивых результатов. Поле деятельности

¹ Здесь и далее мы вынуждены отклоняться от хронологического описания жизни и деятельности С. Н. Ржевкина. Необходимость этого диктуется желанием подчеркнуть глубокую направленность его работ, многие из которых выполнялись в разные годы, а иногда занимали мысли Сергея Николаевича на протяжении всей его жизни.

² *Ржевкин С. Н.* Слух и речь в свете современных физических исследований. М.; Л.: Госиздат, 1928. 146 с.

для физика здесь было практически неограниченным, так как объективные методы исследования были еще очень слабо развиты. Привлечение новых радиотехнических способов возбуждения звука, новых методов исследования нестационарных, переходных звуковых процессов, записи и анализа звуков речи и пения и т. д. — все это позволяло получать объективную оценку характеристик речи, пения и слуха, необходимую для решения разнообразных технических задач.

О комплексности и трудности многих проблем речевой акустики говорит хотя бы то, что некоторые из них, возникшие уже во второй половине нашего столетия, до сих пор еще не нашли удовлетворительного решения.

Исследования в области слуха, речи, певческого голоса, музыкальной акустики занимают в научной деятельности С. Н. Ржевкина довольно значительную полосу от начала 20-х до середины 30-х годов, когда его интересы сильно сместились в сторону архитектурной акустики и звукопоглощения. В послевоенные годы, проявляя значительный интерес к этим проблемам не только в связи с человеком, но и, например, в связи со слуховым и «речевым» аппаратом дельфинов, Сергей Николаевич отошел от активных исследований в этом направлении.

Было бы неправильным считать, что лишь практические и технические аспекты сыграли определяющую роль в научном выборе Сергея Николаевича в этот период его научной деятельности. Интерес С. Н. Ржевкина к проблемам музыкальной акустики не был случайным. Уже в юношеские годы у него проявился сильный, красивого тембра голос. Занятие пением его очень увлекало, и он храбро брался исполнять романсы и оперные арии. В период военной службы в Москве Сергей Николаевич начал брать уроки пения в музыкальной студии Шора. Однако достичь существенных успехов в постановке своего голоса здесь ему так и не удалось. Позднее он познакомился, а затем и подружился с бывшим профессиональным певцом Е. Е. Егоровым, ставшим затем прекрасным педагогом-вокалистом. Сергей Николаевич воспользовался предоставившейся возможностью и начал систематически заниматься пением под его руководством. Вскоре он достиг значительных успехов. Его дочь Е. С. Ржевкина вспоминала, что отцу даже предложили поступать в оперную студию театра имени Станиславского. Глубокая преданность науке не позволила Сергею Николаевичу принять это предложение. Однако интерес к пению не ослабевал у него на протяжении всей жизни. С. Н. Ржевкин подготовил вместе с аккомпаниатором большой репертуар оперных арий и романсов, с которыми охотно выступал на самых различных любительских концертах. С большой теплотой он всегда вспоминал концертмейстера А. П. Гладкову, с которой он занимался в течение 15 лет, вплоть до начала войны в 1941 г. Она была не только опытным пианистом, но и певицей, обла-

давшей прекрасным голосом. Однако физический недостаток не позволил ей сделать сценическую карьеру. Вместе с ней Сергей Николаевич разучивал и исполнял вокальные дуэты и даже целые оперные сцены. Особенно много он выступал на любительских концертах в годы своей работы в Морском гидрофизическом институте (1943—1951 гг.), который был создан и возглавлялся будущим академиком В. В. Шулейкиным — большим знатоком и ценителем музыки, автором многих музыкальных композиций. Не удивительно, что при нем любительские выступления в институте приобрели большую популярность.

Интересными воспоминаниями поделился профессор Ю. М. Сухаревский, который писал: «С Сергеем Николаевичем нас связывала не только совместная работа и дружба, но и наше общее хобби — музыка. Я играл на рояле, а Сергей Николаевич пел. У него был приятный баритональный тенор и прекрасный слух. Мы с ним выступали на вечерах самодеятельности сотрудников Физического института АН СССР (ФИАН). При этом я неизменно ему аккомпанировал. До сих пор в моих ушах звучит голос Сергея Николаевича, часто исполнявшего арию Алеко из оперы того же названия Рахманинова. Он пел с большим чувством и награждался горячими аплодисментами присутствующих, в числе которых был обычно и С. И. Вавилов. После войны я стал регулярно выступать в Доме ученых с симфоническим оркестром ученых. На первом из этих концертов в 1948 году были С. И. Вавилов и Сергей Николаевич, который в дальнейшем, насколько я помню, не пропустил ни одного моего концерта вплоть до 1979 года. Я много играл Рахманинова, который наряду с Чайковским и другими русскими композиторами был его любимым автором». Свою исполнительскую деятельность С. Н. Ржевкин прекратил лишь в 1966 г., когда ему исполнилось 75 лет.

Не случайно поэтому в начале 20-х годов Сергей Николаевич заинтересовался вопросами музыкальной акустики. Незадолго до этого, в 1920 г. Н. А. Гарбузовым был организован Государственный институт музыкальных наук (ГИМН). В институте работала большая комиссия по музыкальной акустике, в ведении которой находились вопросы, близкие к архитектурной акустике. В состав комиссии входили Н. А. Гарбузов, П. Н. Зимин, А. С. Ирисов, Е. В. Новацкий, Л. Д. Роботнов и другие. С. Н. Ржевкин также стал членом этой комиссии.

В ГИМНе, кроме того, была организована специальная комиссия, целью которой было изучение певческого голоса и разработка единого метода по его постановке. Исследования в этом направлении вели известные в то время педагоги-вокалисты — профессора Е. Е. Егоров, В. А. Богодуров, врач-ларинголог профессор Ф. Ф. Заседетелев и др.

Участвуя в этих работах, Сергей Николаевич подошел к решению проблемы как ученый-физик. Его прежде всего интересовало выявление объективных характеристик, позволявших одно-

значно определять, чем отличается совершенный певческий голос от плохого голоса и в чем состоит сам процесс постановки певческого голоса.

Начиная с 1925 по 1927 г. совместно с В. С. Казанским Сергеем Николаевичем проведено обширное исследование спектров звучания смычковых инструментов и певческого голоса³. Эта работа поддерживалась Государственным институтом музыкальной науки в лице его директора Н. А. Гарбузова. В ней был проведен спектральный анализ голосов опытных певцов, а также сравнительный анализ спектров звучания смычковых инструментов (скрипок, альтов, виолончелей), изготовленных старыми мастерами (Страдивариусом, Амати, Гварнери, Маджини и др.), с новыми инструментами. Для записи использовался акустический осциллограф⁴. Полученные на светочувствительной бумаге кривые разлагались в ряд Фурье с помощью механического анализатора Мадера. Многочисленные записи нуждались в очень детальной и кропотливой обработке. Записи певческого голоса показали, что для наиболее красиво звучащих голосов при исполнении гласных звуков характерна изменчивость амплитуды и формы кривой (вибрирующий звук). Спектральный анализ большого числа записей позволил установить, что в певческом голосе происходит усиление отдельных более высоких гармоник (формант). В звучании на всех гласных обнаружена сильно выраженная форманта на частоте 517 Гц, не зависящая от частоты основного тона для певческих голосов нижнего регистра (129, 217, 259 Гц). В непевческом голосе происходит усиление гармоник в широкой области частот. Затухание колебаний в голосовом резонаторе для непевческого голоса в 3—4 раза больше, чем для певческого.

Очень интересные результаты были получены при исследовании звучания смычковых инструментов. Оказалось, что насыщенность звука высокими обертонами определяется способом возбуждения струны (нажатие смычком, места проведения смычком по струне, скорость движения смычка и др.). Тембр и звучность инструмента во многом зависят от умения владеть смычком. Однако при прочих равных условиях для инструментов старинных мастеров характерен определенный звуковой спектр, который лишь в отдельных случаях удается копировать современным мастерам.

Таким образом, в этой работе впервые была обнаружена характерная для певческого голоса форманта в области 500 Гц, создающая впечатление «мощности», «массивности» голоса. В середине 30-х годов Сергей Николаевич продолжал исследование певческого голоса. В 1933 г. им обнаружена вторая

³ Казанский В. С., Ржевкин С. Н. Исследование тембра звука голоса и смычковых инструментов // Журн. прикл. физики. 1928. Т. 5, вып. 1. С. 87—103.

⁴ Казанский В. С. Акустический осциллограф // Там же. 1927. Т. 4, вып. 3. С. 35—44.

верхняя певческая форманта в области частот 2,5—3 кГц, ответственная за «яркость» и «металличность» голоса. Работа в то время не была опубликована, но докладывалась в Московской консерватории и в ФИАНе⁵.

Уже в послевоенные годы Сергей Николаевич опубликовал работу⁶, в которой обобщил и уточнил более ранние исследования спектра певческого голоса на основе большого числа сравнительных исследований голоса выдающегося певца с весьма красивым тембром (баса) и голоса неопытного певца. В этой работе было подтверждено, что для хорошо поставленного мужского певческого голоса наблюдается резкое усиление обертонов при исполнении гласных в узкой полосе частот в области 2,5—3 кГц, т. е. существует помимо первой формантной области (около 500 Гц) еще и вторая, верхняя. На forte основной тон в певческом звуке слабее, чем гармоники. Для голоса неквалифицированного певца характерно изменение положения нижней формантной области (600—900 Гц) и нечетко выраженной верхней форманты. Если говорить о спектре речи, то ее формантные области значительно шире певческих и расположены иначе.

Малая ширина формантных областей певческого голоса объясняется большей жесткостью стенок всех полостей голосового аппарата, вызванной напряжением мускулатуры гортани, глотки и полости рта.

В этой работе Сергей Николаевич снова обращает внимание на противоречие между дикцией и яркостью звучания голоса. Оно возникает потому, что формантные области для всех гласных одинаковы, что должно было бы ухудшать дикцию, а именно наличие формантных областей определяет красоту голоса певца. Разборчивость пения объясняется следующим образом: вступительная часть звука гласных (звуковая атака) воспроизводится певцом в соответствии с речевым положением резонансных полостей, после чего они быстро перестраиваются на певческий спектр, обеспечивая звучность и громкость голоса.

Результаты исследования певческого голоса, с докладами о которых Сергей Николаевич неоднократно выступал в Московской консерватории, не только позволяли производить объективную оценку профессиональной подготовки певца, но и открывали новые возможности в вокальной педагогике. Они создавали научное ее обоснование и намечали пути совершенствования процесса обучения. Идеи Сергея Николаевича нашли отражение в ряде руководств по обучению вокалу, а аппаратура для контроля за развитием певческих формант применяется во многих консерваториях.

В конце 20-х годов Сергей Николаевич обратился к вопросу об остроте слуха и верхнем частотном пределе слышимости звуков

⁵ Ржевкин С. Н. Успехи советской акустики: (К 30-летию советской физики) // УФН. 1948. Т. 34, вып. 1. С. 1—12.

⁶ Ржевкин С. Н. Некоторые результаты анализа певческого голоса // Акуст. журн. 1956. Т. 2, вып. 2. С. 205—210.

человеком. Эти вопросы, помимо медицинских диагностических целей, представляли большой интерес еще и для военных, так как в то время «слухачи» использовались для локации самолетов и подводных шумящих объектов. В работе «Определение верхнего предела слышимости звука»⁷ для изучения звука Сергей Николаевич совместно с Н. Н. Маловым использовал в акустическом отделе ГЭИ сконструированный им термофон. Это тепловой источник, в котором излучение звука происходило в результате нагрева тонкой платиновой фольги переменным и одновременно постоянным током; тепловая инерция фольги была настолько мала, что открывалась возможность излучения достаточно высоких частот. Преимуществом такого источника является то, что уровень (интенсивность) излучаемого звука может быть легко определен. Это было нужно для установления порога слышимости. В работе было выяснено, что на частотах выше 10 кГц порог слышимости резко возрастает. На высоких частотах для ощущения звука необходимо сильное повышение его интенсивности, которое сначала вызывает неприятное ощущение в ухе, а затем чувство боли. У детей верхний предел слышимости в отдельных случаях доходил до 24 кГц, у пожилых людей верхний предел снижается до 15 кГц и ниже. Разработанный аппарат позволял определить частотные области и величину потери слуха и являлся превосходным диагностическим инструментом в руках медиков.

В этот период Сергей Николаевич начинает работу над монографией «Слух и речь в свете современных физических исследований», первое издание которой вышло в свет в 1928 г. В этой книге, помимо обширного сравнительного и критического анализа данных по слуху и речи, имеющих в мировой литературе, приводится большое число оригинальных результатов автора. Поскольку значение этой монографии не утрачено и поныне, небезынтересно остановиться на некоторых ее главных аспектах. После основных сведений о строении слухового аппарата Сергей Николаевич подробно анализирует наиболее важные характеристики слуха (пределы слышимости по интенсивности и частоте, тонкость слуха). Поразителен энергетический порог чувствительности уха, сравнимый с чувствительностью глаза в области зеленых лучей. Лица с хорошим слухом в области 2,5 кГц имеют порог, при котором амплитуда колебаний частиц воздуха $\sim 10^{-8}$ — 10^{-9} см. Тонкость слуха (способность разрешения звука по частоте) в области 0,5—2 кГц составляет около $3 \cdot 10^{-3}$ от частоты тона. О совершенстве слухового аппарата человека свидетельствует также его динамический диапазон: способность воспринимать звуки, разнящиеся по интенсивности в 10^{13} раз. Поскольку для проблемы теории слуха очень важен вопрос о нелинейности слухового тракта (эта проблема была поставлена еще Гельмгольцем и,

⁷ См.: Телеграфия и телефония без проводов. 1928. Т. 9, № 1 (46). С. 43—48.

как уже отмечалось, была предметом исследования в первой научной работе Сергея Николаевича «О природе консонансов и диссонансов»), отдельный раздел монографии относится к возникновению субъективных гармоник и низкочастотных комбинационных тонов при восприятии созвучий. Здесь приводится ряд новых данных, подтверждающих теорию Гельмгольца, и результаты, ранее полученные Сергеем Николаевичем, о роли периферического слуха в образовании нелинейных искажений при передаче спектрально-сложных сигналов.

Далее Сергей Николаевич детально останавливается на резонансной теории слуха, основывающейся на локальном резонансном возбуждении базилярной мембраны и волосатых клеток, на трудностях теории и на бинауральном эффекте и его приложениях (стереоакустический эффект и др.).

Вторая часть монографии относится к формированию и анализу звуков речи и певческого голоса, в которой обобщены также и результаты автора. Интересна последняя глава монографии, где обсуждаются вопросы достаточности технических характеристик (интенсивности, полосы частот и др.) каналов для передачи и воспроизведения речи и музыки, а также рассматривается проблема создания «говорящих машин».

В середине 30-х годов из-за практических потребностей архитектурной акустики Сергей Николаевич вновь обращает внимание на сложный психофизический вопрос о громкости звука. Еще в период написания монографии «Слух и речь. . .» он обратил внимание на то, что мера громкости звука по Веберу—Фехнеру не соответствует психологическому ощущению громкости звука. «Возможность количественной оценки громкости звука часто оспаривается из принципиальных соображений, — пишет он в работе с А. В. Рабиновичем⁸, — аргументированных тем, что громкость есть качество, которое не поддается количественной оценке. Однако мы знаем, что при измерении высоты тона, которая также является качеством, человек обладает очень точным психофизическим масштабом, единицей которого служит октава. Так же обстоит дело и с громкостью. Здесь не вполне ясно лишь, на основании каких физических измерений (повседневного характера) человек вырабатывает себе масштаб громкости, так как, несмотря на то, что измерение силы звука возможно лишь при помощи сложных приборов, натуральный масштаб громкости, как показывает опыт, имеется у каждого человека». Понятие ощущения громкости звука, естественно, не тождественно измеряемой физическими методами интенсивности звука. Ввиду крайней важности этого понятия для техники, медицины и архитектурной акустики большие группы специалистов во многих странах проводили исследования этой проблемы. Громкость в основном определяется интенсивностью звука, но для тональных

⁸ Ржевкин С. Н., Рабинович А. В. К вопросу о количественной оценке ощущения громкости // Журн. техн. физики. 1935. Т. 5, вып. 1. С. 75—87.

сигналов сильно зависит от высоты тона, а для звуков и шумов сложного спектрального состава — еще и от этого состава. В соответствии с законом Вебера—Фехнера ощущение громкости S зависит от интенсивности звука:

$$S = A \log \frac{I}{I_0},$$

где I_0 — интенсивность звука на пороге слышимости, A — коэффициент, зависящий от выбора единиц измерения S . Порог слышимости сильно зависит от частоты: он в достаточной мере велик в области низких частот, достигает минимума в области частот 1—5 кГц и резко возрастает в области частот больших 10 кГц. Поэтому вводится еще понятие уровня громкости как уровня над порогом слышимости тона сравнения (1 кГц), равногромкого с данным чистым тоном или сложным тоном (шумом). С. Н. Ржевским в работе, выполненной совместно с А. В. Рабиновичем⁹, было показано, что закон Вебера—Фехнера перестает выполняться для уровня громкости при сравнении равногромких тонов разной высоты. Тонкими психофизическими вопросами громкости, уровня громкости, измерения громкости в различных условиях Сергей Николаевич продолжал заниматься и далее¹⁰, так как эти вопросы в период проектирования акустики Дворца Советов приобрели особую значимость.

В 1936 г. вышло в свет второе издание монографии «Слух и речь в свете современных физических исследований», дополненное новейшими работами в этой области¹¹, в частности, работами по периферическому слуховому аппарату венгерского акустика Бекеши, впоследствии за этот цикл работ удостоенного Нобелевской премии. Монография по полноте охвата материала, его детальному анализу не имела аналогов в мировой литературе. Ее большое значение, несмотря на дальнейшее развитие этой области знаний, не утратилось и поныне; ее многократно цитировали и продолжают цитировать в специальной литературе.

Глава 6

Работы в области архитектурной акустики

В 1933 г., по предложению президента АН СССР академика В. Л. Комарова, только что избранный академиком С. И. Вавилов взялся за организацию Физического института, который создавался на основе маленького физического отдела Физико-матема-

⁹ Там же.

¹⁰ Ржевкин С. Н. Измерение громкости // Тр. Акуст. комис. 1938. Сб. 1. С. 5—26.

¹¹ Ржевкин С. Н. Слух и речь в свете современных физических исследований. 2-е изд. М.; Л.: ГОНТИ, 1936. 311 с.

тического института АН СССР, находившегося в Ленинграде. В 1934 г. Советское правительство приняло решение о переводе Академии наук СССР из Ленинграда в Москву. Летом 1934 г. одним из первых переехал в Москву Физический институт. Для него было отведено здание незадолго до этого упраздненного Института физики и биофизики Наркомздрава РСФСР на 3-й Миусской улице. К этому моменту он окончательно отделился от Физико-математического института, и ему, по предложению С. И. Вавилова, было присвоено имя П. Н. Лебедева. Институт получил название: Физический институт Академии наук СССР им. П. Н. Лебедева (ФИАН).

В Москве ФИАНу было предоставлено по тем временам довольно большое здание, в связи с чем открылись значительные возможности для проведения научных исследований. Однако при этом возникла острая необходимость пополнения института высококвалифицированными кадрами, так как из Ленинграда в Москву переехало лишь 30 человек. В то время в Москве единственным крупным физическим учреждением был Научно-исследовательский физический институт Московского университета. С. И. Вавилов пригласил на работу в ФИАН многих ученых, работавших в этом институте. В этот период в ФИАНе начали работать Д. И. Блохинцев, В. И. Векслер, Г. С. Ландсберг, В. Л. Левшин, М. А. Леонтович, Л. И. Мандельштам, П. А. Ребиндер, И. Е. Тамм и другие крупные физики. Среди приглашенных был и С. Н. Ржевкин. С. И. Вавилов предложил своему университетскому товарищу организовать и возглавить лабораторию акустики в ФИАНе. Сергей Николаевич принял это предложение. Первоначально он был зачислен старшим научным сотрудником ФИАНа и энергично взялся за разработку научной программы акустической лаборатории и за формирование ее коллектива.

В декабре 1934 г. в жизни С. Н. Ржевкина произошло важное событие. Постановлением Президиума АН СССР ему была присуждена ученая степень доктора физико-математических наук по совокупности научных работ без защиты диссертации. Вскоре он был утвержден и в ученном звании профессора.

Выше уже отмечалось, что С. Н. Ржевкин всегда отличался широтой своих научных интересов. Он быстро находил и с большим интересом и легкостью входил в новые для него проблемы, если чувствовал, что исследования в этом направлении являются перспективными в научном и практическом отношении. Сергей Николаевич решил сосредоточить усилия своей лаборатории на двух актуальных направлениях — развернуть работы по архитектурной акустике и организовать исследования по ультразвуку.

В 30-е годы в Москве широко развернулись строительные работы и начали закладываться основы нового города — столицы нашей страны. Возникали проекты театров, концертных залов и других общественных сооружений, рассчитанных на одновременное присутствие большого количества людей. Естественно,

что они могли соответствовать своему предназначению, лишь обладая высокими акустическими свойствами. Однако выполнить эти требования было очень нелегко. Предостеречь проектировщиков от просчетов и грубых ошибок могла только наука — архитектурная акустика, которая в те годы лишь начинала развиваться.

Сергей Николаевич быстро оценил создавшуюся ситуацию и решил заняться этими проблемами. В своей автобиографии он впоследствии писал: «Я принимал участие как консультант в ряде работ строительного характера в связи с проектированием, постройкой или научным исследованием акустических устройств; упомяну Московский планетарий, Кино-фабрику на Потылихе, Дом звукозаписи, Телевизионный центр, студию Мосфильма, Московский метрополитен, Большой театр и др.». Естественно, что в одиночку решить такие масштабные проблемы было нельзя. Сергей Николаевич настойчиво привлекал к работам по архитектурной акустике своих учеников. Охотно сотрудничали с ним и многие работники Московского радиовещательного центра. За короткое время им был создан большой квалифицированный коллектив, которому, как показали последующие годы, оказалось по плечу решение очень важных и исключительно трудных проблем архитектурной акустики.

Научное обоснование акустического комфорта общественных мест привлекало значительное внимание акустиков США, Германии и других стран. В 20-х годах Сэбином¹ была предложена важная характеристика акустики помещения время реверберации — характерное время спадения уровня звука в 10^6 раз после выключения источника звука. Это время зависит от объема помещения V и поглощения звука при отражении от стен, потолка, пола, кресел, слушателей и т. д.:

$$\tau = 0,162 V / \sum_i \alpha_i S_i = 0,162 V / A,$$

где τ — в с; V — в м^3 ; $A = \sum_i \alpha_i S_i$ — общее поглощение в м^2 ; S_i — эффективная площадь i -го поглотителя в м^2 ; α_i — безразмерный коэффициент поглощения i -го поглотителя (доля поглощенной при отражении звуковой энергии). При малом поглощении времена реверберации велики и помещение оказывается слишком гулким: распространяющиеся по разным путям прямые и многократно отраженные звуки сдвинуты в точке слушания по времени; интерференция их приводит к плохой разборчивости речи; звучание музыки существенно ухудшается из-за наложения предыдущих музыкальных фраз на последующие. Наоборот, при большом общем поглощении время реверберации мало; помещение становится глухим. Это условие близко к условиям прослушивания звучания речи или музыки на открытом пространстве. При этом звук речи на дальних расстояниях от источника становится слабым, музыкальные фразы теряют свою окраску, оркестр звучит

¹ Sabine W. S. Collected Papers on Acoustics. Cambr., 1923.

глухо. Оптимальные времена реверберации лежат в диапазоне около 1,3—1,8 с. Скажем, в акустически хорошем зале Большого театра $\tau = 1,55$ с, в Большом зале Консерватории $\tau = 2,2$ с, и зал несколько гулок.

При постройке Московского планетария на вопросы акустики не было обращено достаточного внимания. Вместе с тем задача акустики большого зала со сферическим куполом представляет значительные трудности. В 1932 г. Московским Советом была организована специальная комиссия по исправлению акустики планетария. В этой связи Сергеем Николаевичем проведена работа по исследованию артикуляции и разборчивости речи в помещении планетария. Артикуляция, т. е. процент правильно понятых бессвязных коротких слогов, как было показано в этой работе, в условиях гулкого помещения может не дать правильного представления о разборчивости речи.

Участник этой работы сотрудник Сергея Николаевича по высокочастотной лаборатории Н. Н. Малов вспоминал: «С. Н. Ржевкин привлек меня к работе по улучшению акустики планетария. Дело в том, что между куполом здания и поверхностью, на которую проэктируется звездное небо, существует большой конусообразный объем, представляющий воздушный резонатор. Благодаря этому при рассказе лектора возникали значительные искажения речи. Да и в объеме зрительного зала имела место сильная реверберация, особенно заметная при малом его заполнении, причем в некоторых местах зала речь становилась совершенно неразборчивой. По просьбе администрации планетария Сергей Николаевич создал рабочую бригаду. В первой части работы перед сеансом один из нас в течение несколько минут читал не связанные друг с другом слова, а остальные записывали то, что услышали, сидя в разных местах зала. Обработывая эти записи, удалось, во-первых, установить наиболее неблагоприятные участки, во-вторых, — влияние заполнения зала на возникающие искажения. После этого Сергей Николаевич дал рекомендации по покрытию отдельных частей стен поглощающими звук материалами. Результаты значительно улучшили акустику планетария».

Описанная работа² в немалой мере способствовала концентрации внимания Сергея Николаевича на вопросах звукопоглощения, являющихся центральными при создании акустически комфортных больших общественных помещений.

В этой связи С. Н. Ржевкина заинтересовала сложная проблема влияния на акустику помещений резонаторов типа резонатора Гельмгольца, представляющего собой воздушную полость, соединенную с внешней средой горлом. Использование явлений резонанса для получения акустических эффектов в театрах известно еще со времени Древней Греции, где в спинки каменных скамей

² *Ржевкин С. Н.* Исследование артикуляции и понятности речи в Московском планетарии // Журн. техн. физики. 1935. Т. 5, вып. 7. С. 1303—1307.

амфитеатра заделывались бронзовые сосуды. В византийских и древнерусских церквах в стенах и сводах использовались также глиняные или металлические резонаторы, называемые голосниками.

Физика влияния резонаторов, их резонансных и диссипативных свойств на акустику помещений была практически не исследована, хотя и имелось несколько экспериментальных работ, указывающих на то, что воздушные полости, закрытые гибким экраном, могут поглощать звук и это поглощение носит резонансный характер.

В 1935 г. на II Всесоюзной акустической конференции С. Н. Ржевкин был сделан доклад «О резонансном звукопоглощении». В 1936 г. им опубликована пионерская работа³, в которой было рассмотрено влияние резонаторов Гельмгольца с диссипативными потерями на акустику помещений. Учитывая для каждого резонатора диссипативные потери и потери на излучение и пользуясь энергетическими соотношениями для диффузного звукового поля, ученый показал, что влияние резонаторов носит двоякий характер: запасенная в резонаторах звуковая энергия приводит к увеличению эффективного объема помещения на V' , зависящего от характеристик резонатора. Диссипативные потери в горле резонатора увеличивают общее затухание звука на A' . Обобщение соотношения Сэбина для времени реверберации в помещении с резонаторами, данное в этой работе, имеет вид

$$\tau = 0,162 \frac{V + V'}{A + A'}$$

При малом затухании колебаний резонатора добавочный объем V' может быть достаточно большим и время реверберации возрастает. Это приводит к увеличению гулкости помещения.

С другой стороны, подбирая подходящую величину потерь в горле резонатора, можно в помещении увеличить диссипацию звуковой энергии, тем самым уменьшить время реверберации, сделав помещение более глухим. Таким образом, в этой работе была четко указана возможность использования резонансного звукопоглощения. Выяснив двоякий характер влияния резонаторов с потерями на акустику помещения, автор подчеркнул возможность управления частотными характеристиками звукопоглощения, особенно в области низких частот, где другие типы поглотителей неэффективны. Экспериментальная проверка проводилась (при участии М. С. Анциферова, Г. А. Гольдберга и Ю. И. Шнейдера) на резонаторах, которыми служили 80 бутылок из-под молока объемом 500 см^3 , резонансная частота каждой из которых составляла 220 Гц, в помещении с $V = 43 \text{ м}^3$ и τ (без резонаторов) равным 0,48 с. Вблизи резонансной частоты наблюдалось увеличение τ до 0,93 с (теоретическое $\tau \approx 1,20 \text{ с}$, теоретическое

³ Ржевкин С. Н. Резонансное звукопоглощение // Журн. техн. физики. 1936. Т. 6. С. 2103—2117.

$V'=160 \text{ м}^3$). Опыт показал влияние на акустику помещения слабодемпфированных резонаторов. Этой работой, по существу, были заложены основы резонансного звукопоглощения, значение которого в дальнейшем перерастет рамки архитектурной акустики. Резонансные звукопоглотители найдут широкое применение в различных областях техники как эффективное средство борьбы с шумами.

На расширенном совещании Акустической комиссии Отделения технических наук АН СССР в ноябре 1936 г. были рассмотрены проблемы звукопоглощения. На нем С. Н. Ржевкиным был сделан доклад «Роль явления резонанса при поглощении звука». По этому докладу была принята отдельная резолюция, в которой, в частности, говорилось: «Применения резонаторов для управления ревербераций помещения показывают, что этим способом можно получить весьма значительное увеличение эффективности действия поглотителей звука в желаемом интервале частот. Совещание подчеркивает важность полученных результатов и высказывает пожелание, чтобы работа была продолжена». Материалы этого совещания были опубликованы с трехлетним запозданием лишь в 1939 г.⁴

Зимой 1931 г. в Москве было совершено, иначе не назовешь, преступление — взорван замечательный архитектурный и исторический памятник — храм Христа Спасителя, который строился с 1837 по 1893 г. в честь победы русского народа над Наполеоном в Отечественной войне 1812 г. В его росписи и оформлении приняли участие замечательные русские скульпторы и живописцы — П. К. Клодт, В. В. Верещагин, В. И. Суриков и многие другие. На месте храма было решено воздвигнуть колоссальное здание Дворца Советов по проекту архитектора Б. М. Иофана. Предполагалось, что сооружение будет невиданных размеров — по первоначальному проекту его высота достигала 350 м. Здание венчала скульптура В. И. Ленина высотой в 75 м. Строительство было задумано уникальное и требовало решения акустических проблем, с которыми еще не встречалась мировая практика. Особенно сложными они оказались при проектировании Большого зала Дворца Советов вместимостью 20 тысяч зрителей. Зал должен был иметь форму амфитеатра диаметром 190 м, перекрытого сферическим куполом высотой 80 м. Один из учеников С. Н. Ржевкина профессор М. С. Анциферов вспоминал: «По мнению акустиков, все это создало бы многочисленные концентрированные отражения звука, приходящего к слушателям с запаздыванием на полсекунды и более. На это обстоятельство первым обратил внимание С. Н. Ржевкин. Ему пришлось выдержать ряд схваток с архитекторами, прежде чем удалось убедить их в необходимости самой серьезной акустической проработки проблем Большого зала. Потом возник ряд других задач, в частности, Малого зала (тоже не

⁴ Труды Акустической комиссии: Звукопоглощающие материалы. М.: Изд-во АН СССР, 1939. Сб 3. С. 7.

такого уже маленького: на 6 тысяч зрителей), задач звукоизоляции помещений, виброизоляции здания от проходящих рядом поездов метро и т. п.». В результате всем стало очевидно, что для разрешения возникших проблем необходима длительная напряженная научно-исследовательская работа большого акустического коллектива, так как возникшие вопросы были очень сложны и не имели аналогов в мировой практике.

В 1935 г. начались работы по проектированию акустических устройств Дворца Советов. К этому времени Сергей Николаевич уже успел накопить значительный опыт работы в области архитектурной акустики. Поэтому не удивительно, что его акустическая лаборатория в ФИАНе оказалась вполне подготовленной к плодотворной работе в этом направлении.

Начиная с 1937 г. С. Н. Ржевкин направил всю свою энергию на развитие работ по акустике Дворца Советов. В этом году состоялось решение Президиума Академии наук СССР, который поручил своей Акустической комиссии осуществлять общее руководство всеми работами по акустике Дворца Советов. Комиссию эту возглавил член-корреспондент АН СССР Н. Н. Андреев, его заместителем был назначен профессор С. Н. Ржевкин. Вследствие того что в этот период Н. Н. Андреев работал в Ленинграде в Электрофизическом институте, С. Н. Ржевкин осуществлял руководство всеми акустическими работами, проводимыми в Москве. Для развития этих работ он привлек ряд выпускников физического факультета МГУ, многие из которых впоследствии стали известными специалистами. Среди них были Г. Д. Малюжинец, М. С. Анциферов, В. С. Нестеров, К. А. Виталь, Ю. И. Иориш, Ю. И. Шнейдер, С. И. Кречмер, К. А. Велижанина и др. Из числа научных сотрудников других учреждений в группе совместно с Сергеем Николаевичем работали В. В. Фурдуев, Г. А. Гольдберг, А. В. Рабинович, С. Т. Тер-Осипянец. При Отделении технических наук АН СССР была организована лаборатория технической акустики, которую возглавил С. Н. Ржевкин. По его инициативе к работе в лаборатории был привлечен Ю. М. Сухаревский.

Хорошо понимая всю грандиозность поставленных задач и всячески желая усилить эти работы, С. Н. Ржевкин в 1937 г. создал и принял на себя руководство еще одной специальной лабораторией по архитектурной акустике при Управлении строительства Дворца Советов. Новая лаборатория разместилась в помещении церкви на улице Воровского и очень быстро набрала рабочие темпы. В лаборатории под руководством Сергея Николаевича начал систематически работать научный семинар. В управлении строительства Дворца Советов был создан акустический отдел, для руководства которым был приглашен молодой профессор Киевского института киноинженеров Л. Д. Розенберг.

Ученик С. Н. Ржевкина, М. С. Анциферов так описывает этот отрезок времени в жизни своего учителя: «По инициативе С. Н. Ржевкина на базе захудалой акустической лаборатории ЦНИПС (Института сооружений) была организована перво-

классная (по тем временам, конечно) лаборатория, целиком поставленная на службу задач Дворца Советов. И именно от нее началось бурное развитие акустики в нашей стране. Были созданы новые звукопоглощающие материалы — на основе теории резонансного звукопоглощения, разрабатывать которую С. Н. Ржевкин начал в середине тридцатых годов; создана измерительная акустическая аппаратура, началось развитие методов виброметрии в акустическом диапазоне, создана разнообразная и высококачественная электроакустическая аппаратура и многое другое. Все это делалось под руководством и при самом активном участии Сергея Николаевича».

Далее М. С. Анциферов пишет: «В составе Акустической комиссии АН СССР (ныне преобразованной в Совет по акустике) была создана Бригада по Дворцу Советов, руководство которой длительное время (до переезда в Москву Н. Н. Андреева) осуществлял С. Н. Ржевкин. Не будучи формальным штатным сотрудником строительства Дворца Советов, он руководил всем комплексом акустических исследований в этой области. По его настоянию к этим работам был привлечен ряд блестящих исследователей, в том числе Л. Д. Розенберг, Ю. М. Сухаревский, В. В. Фурдуев». Следует также добавить, что, работая в составе Акустической комиссии, С. Н. Ржевкин многое сделал в области составления научно обоснованной терминологии по колебаниям и акустике.

О новизне научных проблем при проектировании акустики таких больших помещений, как залы Дворца Советов, говорит хотя бы такой пример. Оценка оптимального коэффициента звукопоглощения внутренних поверхностей Большого зала, сделанная на основе экстраполяции существующих теорий оптимального времени реверберации для средних объемов помещений, оказалась совершенно непригодной для такого большого объема⁵. По первоначальному проекту акустики Большого зала (разработанному Б. Д. Тартаковским и Г. А. Гольдбергом) предполагалось полностью заглушить стены и потолок зала, таким образом сделать его эквивалентным открытому пространству. Недостаточную громкость в различных частях зала предполагалось восполнить громкоговорителями. Основной проблемой, таким образом, становилась разработка почти полностью поглощающих широкополосных звукопоглотителей, которые должны были эффективно работать в диапазоне частот 100—4000 Гц. Особенно трудной была задача обеспечения эффективного поглощения в области низких частот. Применяемые в строительной практике звукопоглощающие материалы редко обладали коэффициентом поглощения 0,6—0,7, и то лишь в области высоких частот. Звукопоглотители были громоздки и неконструктивны.

В декабре 1936 г. сотрудником акустической лаборатории Дворца Советов — учеником Сергея Николаевича — Г. Д. Малю-

⁵ Шпаковский Б. Г. История Комиссии по акустике Академии наук СССР // Тр. Комис. по акустике. 1960. Сб. 9. С. 6—139.

жинцом на заседании Акустической комиссии АН СССР было сделано сообщение о теоретической возможности полного поглощения звука при падении под некоторым углом на перфорированный жесткий лист, сзади которого имеется слой пористого материала, имеющего некоторые гипотетические свойства.

В 1937 г. С. Н. Ржевкиным были предложены резонансные звукопоглотители, основой для которых послужили его предыдущие работы по резонаторам Гельмгольца с диссипативными потерями. Идея однослойного резонансного звукопоглотителя в достаточной мере физически прозрачна. Если звуковая волна отражается нормально от жесткой стенки, то на стенке колебательная скорость равна нулю и происходит практически полное отражение звука с образованием стоячей волны. На расстоянии четверти длины волны от стенки максимальна амплитуда колебательной скорости (пучность скорости). Эту скорость можно еще более увеличить, если в этом месте сузить поток газа, поставив экран с небольшими отверстиями. Возрастание скорости нужно для того, чтобы увеличить потери на стоковое трение в отверстиях. Этот эффект можно еще больше увеличить, затягивая отверстие звукопоглощающим материалом (марлей, материей и т. д.). Однако легко видеть, что если сопротивление этого материала потоку будет очень велико, резонатор перестает выполнять свои функции. Поэтому для сопротивления потоку имеются оптимальные условия. По сравнению с ранее известными звукопоглотителями, в которых вся полость за экраном заполнялась звукопоглощающим материалом, в этих резонансных поглотителях экономился достаточно дорогой фрикционный материал.

В работе⁶ были теоретически исследованы оптимальные условия для системы, состоящей из однослойного ряда резонаторов с отверстиями, расположенными по квадратной решетке. Было показано, что при нормальном падении звука на резонансной частоте может быть получено полное поглощение при условии равенства диссипативного сопротивления в отверстии резонатора трансформированному сопротивлению излучения канала, опирающегося на полную площадь, занятую одним резонатором. Этот вывод вызвал в то время сомнения в кругах акустиков, поскольку теория была еще недостаточно строго обоснована. Опыты, поставленные по предложению С. Н. Ржевкина в лаборатории акустики Дворца Советов С. Т. Тер-Осипянцем в 1937 г., показали, что, постепенно увеличивая число слоев марли в отверстии резонатора, можно добиться сопротивления, необходимого для выполнения вышеуказанного условия, и получить коэффициент поглощения, практически равный единице, т. е. полное поглощение звука. Эти опыты показали допустимость принятой в теории идеализации и послужили толчком к дальнейшему развитию

⁶ Ржевкин С. Н. О возможности получения больших коэффициентов поглощения звука при помощи систем резонаторов // Докл. АН СССР. 1938. Т. 18, № 1. С. 25—30.

теории и практики резонансных звукопоглотителей (РЗП). Одно-слойные РЗП в том виде, который изначально предлагался Сергеем Николаевичем, имели достаточно неравномерную частотную характеристику поглощения. Возникал вопрос о расширении полосы частот поглощения. Одна из попыток такого расширения принадлежит Г. Д. Малюжину⁷, который предложил теорию системы большого числа перфорированных экранов, устанавливаемых параллельно друг другу у стены. Сильное звукопоглощение достигалось из-за трения воздуха в отверстиях. Для звукопоглощения в широкой полосе частот требовалось большое число перфорированных экранов. Вызывало сомнение так же использованное в теории сопротивление для диссипативных потерь в отверстиях. Громоздкость конструкции и ненадежность диссипативных данных привели С. Н. Ржевкина⁸ к необходимости искать иные пути решения проблемы: не последовательного, а параллельного включения резонаторов, а также более точного учета диссипативных потерь в горле резонатора при последовательном включении резонансных ячеек. Однако система с параллельными резонаторами трудно поддавалась точному расчету; конструкция при этом становилась очень сложной, и от этой идеи пришлось отказаться. Последовательная система резонаторов оказалась чрезвычайно перспективной, и по инициативе Сергея Николаевича дальнейшим развитием теории и экспериментом с этими системами начинает с конца 30-х годов заниматься молодой сотрудник акустической лаборатории ФИАН В. С. Нестеров⁹. Им была решена важная для практики обратная задача: нахождение параметров звукопоглотителя (размеров, сопротивлений) по величине коэффициента поглощения в заданном диапазоне частот. В частности, было показано, что в двухслойной системе легко получить коэффициент поглощения $\alpha=0,9$ в диапазоне около 2,5 октав; в трехслойной системе $\alpha=0,9$ можно достигнуть в диапазоне 3—4 октав. Выводы теории были детально и многократно проверены В. С. Нестеровым, и было найдено очень хорошее совпадение теории и эксперимента.

Одним из сложных, нуждавшихся в детальном исследовании вопросов резонансного звукопоглощения был вопрос о сопротивлении потоку различных фрикционных материалов. В совместной работе с С. Т. Тер-Осипянцем¹⁰ Сергеем Николаевичем были получены соотношения для расчета полного сопротивления мелкоперфорированных экранов и сеток. Измеренные на опыте вели-

⁷ Ржевкин С. Н., Малюжинец Г. Д., Тер-Осипянец С. Т. Отчет Отдела Акустики Строительства Дворца Советов, 1937. См. в статье: Ржевкин С. Н. Обзор работ по резонансным звукопоглотителям // Усп. физ. наук. 1946. Т. 30, вып. 1/2. С. 40—62.

⁸ Ржевкин С. Н. Теория и устройство простейших резонансных звукопоглощающих систем // Докл. АН СССР. 1939. Т. 22, № 9. С. 568—573.

⁹ Нестеров В. С. Поглощение звука двойными резонансными системами // Журн. техн. физики. 1939. Т. 9, вып. 19. С. 1727—1739.

¹⁰ Ржевкин С. Н., Тер-Осипянец С. Т. Исследование сопротивления фрикционных слоев для звукопоглощающих систем // Там же. 1941. Т. 11, вып. 1/2. С. 149—159.

чины удельных сопротивлений для сеток и перфорированной фольги оказались в хорошем согласии с теоретическими расчетами. Полученные результаты легли в основу создания искусственных фрикционных материалов, имеющих большую прочность и термостойкость.

Работы по резонансному звукопоглощению вызвали большой интерес у научной общественности. В 1938 г. по результатам своих работ Сергей Николаевич выступил с докладом на заседании Отделения физико-математических наук АН СССР.

В 1940 г. из Ленинграда в Москву переехал член-корреспондент Н. Н. Андреев, который был назначен заведующим Акустической лаборатории ФИАНа. С. Н. Ржевкин дал согласие быть его заместителем. В этой должности Сергей Николаевич проработал два с половиной года, до октября 1943 г.

Приведем выдержку из воспоминаний одного из учеников и друзей С. Н. Ржевкина Ю. М. Сухаревского, ставшего впоследствии видным советским акустиком: «Наряду с организацией работ по акустике Дворца Советов в рассматриваемый период по инициативе и под руководством Сергея Николаевича было спроектировано и начато строительство здания Акустической лаборатории ФИАН на нынешней территории этого института на Калужском шоссе (ныне Ленинский проспект), тогда представлявшей картофельное поле¹¹. В эту работу Сергей Николаевич вкладывал огромную энергию, бывал на строительстве почти каждый день и только благодаря его настойчивости здание лаборатории в канун Великой Отечественной войны было подведено под крышу. Впоследствии, в 1943 г., оно стало прибежищем сильно разросшегося коллектива Акустической лаборатории ФИАН, по возвращении института из эвакуации. При этом следует добавить, что в этой лаборатории впервые в нашей стране были созданы специальные акустические камеры для архитектурно-акустических исследований. Важно также отметить, что в дальнейшем эта лаборатория послужила основной базой для создания современного Акустического института АН СССР».

Придавая большое значение ознакомлению общественности с исследованиями по резонансному звукопоглощению, Сергей Николаевич в 1940 г. опубликовал статью в газете «Правда»¹². Интересна уже послевоенная оценка работ по акустике Дворца Советов, данная Сергеем Николаевичем¹³: «Цикл работ по акустике Дворца Советов, прервавшихся с началом Отечественной войны 1941 г., безусловно, представляет крупнейшее событие в развитии советской науки, и не будет преувеличением сказать, что достигнутые в этой области успехи позволили заложить науч-

¹¹ Средства на строительство Акустической лаборатории ФИАНа выделило Управление строительства Дворца Советов, очень заинтересованное в результатах намечавшихся исследований в области архитектурной акустики.

¹² *Ржевкин С. Н.* Акустика Дворца Советов // Правда. 1940. 5 марта.

¹³ *Ржевкин С. Н.* Успехи советской акустики // Усп. физ. наук. 1948. Т. 34, вып. 1. С. 1–12.

ные основы для развития архитектурной акустики и, безусловно, опередили в ряде вопросов зарубежную науку и технику». Развитие теории и практики резонансных звукопоглотителей позволило перейти от эмпирических методов поиска звукопоглощающих материалов к теоретически обоснованному методу создания звукопоглощающих конструкций с заданными частотными характеристиками.

В законченном до войны строительстве Всесоюзного Дома звукозаписи в Москве для акустического оборудования студий, требовавших высококачественного звучания как речи, так и музыки, были применены именно резонансные звукопоглотители.

В первые послевоенные годы, имея в виду важность задач звукопоглощения не только для архитектурной акустики, но и для все более остро возникающей в технике проблемы борьбы с шумами, Сергей Николаевич возвратился к вопросам физики и практики звукопоглощения. Работы в этом направлении были организованы на созданной им в 1943 г. кафедре акустики физического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, куда С. Н. Ржевкин перешел на постоянную работу. В 1946 г. им опубликована работа по однослойным звукопоглотителям с учетом подвижности экрана¹⁴. Рассматривая такой РЗП как связанную систему с двумя степенями свободы (резонатор со своими параметрами и гибкий экран), удалось получить эффективные параметры этой системы (массы, диссипативного сопротивления, эффективной упругости, ее импеданс, резонансные частоты и коэффициент поглощения). Общие соотношения дали возможность рассмотреть ряд интересных частных случаев, например когда парциальный резонанс стенки близок к парциальной частоте РЗП. При этом из-за соколебаний экрана в коэффициенте поглощения вблизи этой частоты есть минимум; однако выше этой частоты коэффициент поглощения может быть даже большим, чем коэффициент РЗП с жесткой стенкой. В дальнейшем выводы теории были развиты и проведена экспериментальная их проверка ассистентом кафедры акустики К. А. Велижаниной¹⁵. В этих работах было получено хорошее согласие с теорией.

Совместно с С. С. Туманским Сергей Николаевич вновь вернулся к вопросу о коэффициенте трения при продувании пористых материалов¹⁶. Была рассмотрена модель резко меняющих диаметр тонких трубок, в которых помимо пуазейлевского трения имеет место еще гидродинамическое сопротивление (бернулиевское для несжимаемого потока), пропорциональное квадрату

¹⁴ Ржевкин С. Н. Резонансный звукопоглотитель с податливой стенкой // Журн. техн. физики. 1946. Т. 16, вып. 4. С. 381—394.

¹⁵ Велижанина К. А. Исследование нового вида резонансных звукопоглотителей: Дис. . . канд. физ.-мат. наук. М., 1951; Велижанина К. А. Экспериментальное исследование резонансных звукопоглотителей // Журн. техн. физики. 1951. Т. 21, вып. 9. С. 1087—1099.

¹⁶ Ржевкин С. Н., Туманский С. С. К вопросу об измерении коэффициента трения воздуха в пористых материалах в постоянном потоке и при звуковых колебаниях // Там же. 1947. Т. 17, вып. 6. С. 681—692.

скорости. При этом импеданс становится зависимым от скорости потока, что было подтверждено экспериментально. Поскольку такого типа нелинейность сопротивления определяет эффективность работы поглотителя в условиях высоких уровней звука, она в дальнейшем стала предметом многочисленных исследований на кафедре акустики (И. В. Лебедева, К. А. Велижанина), а также за рубежом (У. Ингард и др.), которые подтвердили и развили результаты, полученные в данной работе.

Выше уже отмечалось, что согласование входного импеданса с волновым сопротивлением среды необходимо для эффективной работы резонансного звукопоглотителя. Поэтому вопросам исследования сопротивления фрикционного слоя Сергей Николаевич уделял значительное внимание. Ранее в работах с С. Т. Тер-Осипянцем, а так же с С. С. Туманским сопротивление частично определялось при продувании потоком воздуха постоянной скорости. Перенос результатов на звуковые режимы был возможен, так как и паузейлевское, и гидродинамическое сопротивление не зависят от частоты. Однако если учитывать гибкость перфорированного экрана в звуковом поле, как это ранее делалось Сергеем Николаевичем, то предположение о независимости сопротивления от частоты справедливо лишь в области средних и высоких звуковых частот (500—6000 Гц); на низких частотах из-за соколебаний экрана и воздушной пробки в отверстии акустическое сопротивление сильно уменьшается¹⁷.

В первые послевоенные годы необходимость внедрения РЗП в строительстве вызвала публикацию совместно с В. С. Нестеровым специальной брошюры¹⁸. В ней помимо общих сведений о РЗП даются основы их теории и методы расчета, а также приводятся ряд конкретных конструкций РЗП с их акустическими характеристиками. Управление характеристиками РЗП давало возможность инженерам-акустикам подобрать соответствующие конструкции на стадии проектирования.

Характеристики РЗП в более ранних работах теоретически и экспериментально рассматривались лишь при нормальном падении звука. По инициативе Сергея Николаевича В. С. Нестеров и И. В. Лебедева провели экспериментальное исследование поглотителей в диффузном поле¹⁹.

В архитектурной акустике решающее значение имели вопросы звукопоглощения уже имеющегося в помещении звука. Аналогичная задача существует и в проблемах борьбы с шумом в производственных помещениях, в самолетостроении и других отраслях техники. Проблемы акустической экологии с развитием техники

¹⁷ Лебедева И. В., Нестеров В. С. Акустическое сопротивление легкого подвижного экрана с отверстиями // Акуст. журн. 1964. Т. 10, вып. 3. С. 318—326.

¹⁸ Ржевкин С. Н., Нестеров В. С. Резонансные звукопоглотители для строительной практики // Тр. секции электроакустики и звукозаписи. М., 1947. Вып. 4. 24 с.

¹⁹ Лебедева И. В., Нестеров В. С. Поведение многослойного поглотителя при косом и диффузном падении звука // Акуст. журн. 1965. Т. 11, вып. 4. С. 463—467.

выдвигаются на передовые рубежи. Исследования в области звукопоглощения на кафедре акустики все более смещаются в область борьбы с шумами.

Нельзя сказать, что проблема борьбы с шумом ранее была вне поля зрения Сергея Николаевича. Еще до серии работ по резонансным звукопоглотителям в 1933 г. под его редакцией вышел сборник «Методы исследования шумов» с его вводной статьей²⁰, где отмечаются трудности анализа нестационарных шумов. Особенно остро проблема борьбы с шумами стоит в самолетостроении.

Начиная с 1943 г. в течение ряда лет Сергей Николаевич работал в качестве консультанта Центрального авиамоторного института (ЦИАМ) по вопросам авиационной акустики. В его совместной работе с М. Ф. Широковым и В. И. Шестаковым был выполнен критический обзор исследований в этой области. Рассмотрен комплекс вопросов, связанных с шумами самолета: шум выхлопа мотора, «звук вращения», создаваемый винтом, вихревой звук винта, шумы вспомогательных механизмов (редуктора, нагнетателя, клапанов), вихревой звук обтекания фюзеляжа и другие источники. Наиболее сильной компонентой шума является «звук вращения». Для уменьшения шума винта было сделано предложение о применении винтов с большим числом лопастей. В дальнейшем практика показала, что авиационная техника пошла именно этим путем.

В 1951 г. совместно с К. А. Велижаниной Сергей Николаевич предложил интересный метод «кусочного» анализа шума движущегося самолета²¹. Для этого участок кривой шума, записанного в виде фонограммы на киноплёнке, копировался несколько раз, после чего отрезки склеивались в кольцо. Спектральные компоненты шума определялись при воспроизведении фонограммы в электрическом тракте.

В 50-х годах Сергей Николаевич принял активное участие в разработке звукопоглощающих систем в шахтах для испытания авиационных моторов. Снижение шумности установок, которые создавали сильные помехи в прилегающих районах ряда городов, являются в значительной мере результатом работы коллектива, которому Сергей Николаевич систематически оказывал консультации, принимал непосредственное участие в разработке и испытаниях звукопоглощающих систем. Разработка звукоизоляции кабины самолета ТУ-104 в конструкторском бюро А. Н. Туполева также была проведена при консультации Сергея Николаевича.

Как было показано циклом предыдущих исследований, РЭП эффективно работают как поглотители уже существующего в помещении шума. А нельзя ли их использовать для подавления шума не как «пассивные» конструкции, а как «активные» глу-

²⁰ Ржевкин С. Н. Проблема изучения шума // Методы исследования шумов. М.; Л.: Гостехтеоретиздат, 1933. С. 7—13.

²¹ Велижанина К. А., Ржевкин С. Н. К вопросу об анализе шума движущегося самолета // Журн. техн. физики. 1947. Т. 17. вып. 12. С. 1483—1490.

шители шума в источнике? В совместной с К. М. Ивановым-Шиц и К. А. Велижаниной работе²² проведено теоретическое и экспериментальное исследование влияния поглощающего материала и резонансных звукопоглотителей на излучение звука колеблющимся в трубе поршнем. В работе было показано, что при жестком экране, связанном с колеблющейся поверхностью, резонансный звукопоглотитель может эффективно снижать уровень звука в широком диапазоне частот, причем он действует эффективнее, чем покрытие источника звука поглощающим материалом. Если же экран звукопоглотителя не связан с излучающей поверхностью, то на резонансной частоте может получиться даже усиление излучения звука.

Результаты этой работы показали, что для эффективного резонансного заглушения звука в источнике необходима очень тщательно продуманная конструкция РЗП. Они, по-видимому, объясняли, в частности, неудачные попытки глушения шума винта самолета резонансными поглотителями, предпринятые Н. Н. Андреевым в годы войны.

В докладе на Акустическом конгрессе в Будапеште в 1971 г. «Исследования по теории звукопоглотителей» Сергей Николаевич обсудил идею снижения эффективности излучения звука круглого поршневого излучателя кольцом из звукопоглощающего материала. Теоретически такой «воротник» может снижать уровень шумов на десятки децибел.

Исследование низкочастотных шумов автомобилей было возвращено на кафедре акустики в связи с работами по научно-техническому договору МГУ — ЗИЛ. Эти работы проводились по инициативе Сергея Николаевича и под его руководством сотрудниками кафедры Л. Н. Захаровым, А. Н. Иванниковым, А. Жуковым, в дальнейшем О. С. Тонакановым, а также коллективом акустической лаборатории объединения ЗИЛ (Б. Н. Нюнин и др.).

Решение сложнейшей статистической задачи в низкочастотном поле скоростей и давлений, возникающем в салоне автомобиля при его движении на разных скоростях, в разных дорожных условиях удалось облегчить лишь применяя новые методы. Трудность задачи усугублялась тем, что область измерения являлась ближним полем источников низкочастотного шума. Для идентификации источников применялись многоканальные приемники колебательной скорости в сочетании с приемниками звукового давления, которые позволяют определить направление потоков энергии (см. раздел «Гидроакустика»). В результате работы удалось построить акустическую модель шумового источника²³ и дать практические рекомендации для снижения шума.

²² *Ivanov-Schitz K. M., Rschevkin S. N., Welischanina K. A.* Über die Wirkung des Schallabsorbers, der eine Schwingende Oberfläche bedeckt, auf die Schallabstrahlung // *Acoustica*. 1963. Vol. 13, N 6. P. 403—406.

²³ *Захаров Л. Н., Иванников А. Н., Ржевкин С. Н., Исаев В. В., Нюнин Б. Н.* Об акустической модели легкового автомобиля в инфразвуковом диапазоне частот // Тез. докл. науч.-техн. конф. по договору МГУ—ЗИЛ. М.: Изд-во МГУ, 1975. С. 40.

Заканчивая этот раздел, следует сказать, что под руководством С. Н. Ржевкина кафедра акустики стала одним из ведущих научных учреждений в стране в области звукопоглощения и борьбы с шумами. Работы этого направления успешно продолжаютя учениками и сотрудниками Сергея Николаевича и поныне.

Глава 7

Отечественная война

22 июня 1941 г. мирная жизнь советских людей была внезапно прервана нападением гитлеровской Германии. На следующий же день, 23 июня, состоялось расширенное заседание Президиума АН СССР, на котором было принято решение немедленно начать перестройку всей работы академии на военный лад. «Все для фронта, все для победы» — под таким девизом начали самоотверженно работать все советские ученые. На первом этапе войны страну преследовали неудачи. Враг быстро приближался к Москве, регулярно подвергая ее бомбардировкам. Для сохранения научных кадров и материальных ценностей, а также скорейшего развития исследований, имеющих оборонное значение, в конце июля 1941 г. по решению правительства ФИАН, где работал С. Н. Ржевкин, был эвакуирован в город Казань. Вместе с ФИАНом сюда было переведено и много других институтов Академии наук, которые разместились в зданиях Казанского университета.

Небольшой трехэтажный физический корпус был передан под три института. Первый этаж получил Институт физических проблем, второй — Ленинградский физико-технический институт; помещение физического практикума, размещавшегося на третьем этаже, было отдано ФИАНу. В десяти небольших комнатах пришлось работать 77 сотрудникам. Институтская библиотека, которую по настоянию директора ФИАНа академика С. И. Вавилова целиком вывезли из Москвы, разместилась в коридоре.

Акустическая лаборатория получила в свое распоряжение небольшое помещение, принадлежавшее до этого вакуумной лаборатории Казанского университета. Через год паркетный пол лаборатории пришлось вскрывать из-за необходимости его ремонта. И тут оказалось, что под старым паркетом все было залито огромным количеством ртути. Так и осталось загадкой, почему ни Сергей Николаевич и никто из его сотрудников не получили ртутного отравления.

Эвакуация в Казань поставила ФИАН и его сотрудников в очень тяжелое положение. Производственные площади были

крайне ограничены, не хватало оборудования и материалов, необходимых для проведения исследований, сильно мешали постоянные перебои с подачей электроэнергии и воды, газа вообще не было.

В исключительно тяжелых бытовых условиях оказались сотрудники и их семьи, которые были размещены «в порядке уплотнения» в квартирах местных жителей. Жили в страшной тесноте, постоянно ощущая нехватку продовольствия и топлива.

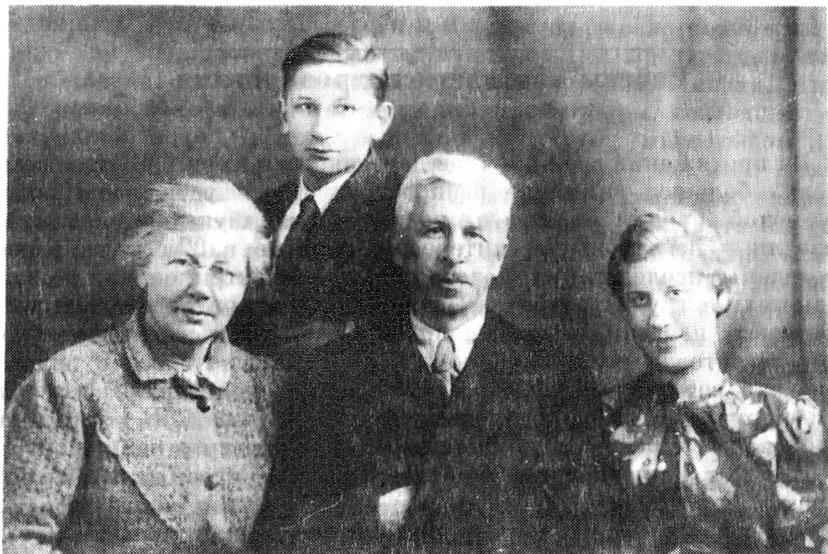
Дочь Сергея Николаевича так описывает казанский образ жизни их семьи:

«Годы эвакуации были тяжелыми в бытовом отношении, но папа не падал духом, всегда был бодр и поддерживал в нас оптимизм. Мама работала в Казанском медицинском институте, преподавала анатомию на кафедре профессора В. Н. Терновского — крупного ученого-анатома и выдающегося литературного деятеля, автора перевода Авиценны на русский язык, ставшего впоследствии академиком Медицинской академии наук. Жили мы в Казани тесно, голодно, но очень дружно. Всегда живо откликались на все события общественной жизни, следили за военными действиями на фронтах Отечественной войны. Получив маленький участок земли за городом, папа с энтузиазмом взялся за посадку картофеля, чтобы обеспечить семью на зиму. Помню, что урожай был скудный, не было посадочного материала, не было навыка, да и хранить картофель было негде. Лежал он у нас под кроватями в нашей единственной 12-метровой комнате (семья Ржевкиных состояла из четырех человек. — *Авт.*) и гнил. Папа нашел выход из положения и придумал, как сделать из него приемлемые для еды лепешки. Вкусно не было, но какое-то время все были сыты. В 1943 году мы вернулись в Москву».

Несмотря на огромные трудности на работе и в быту, финансы и их семьи с честью выдержали испытания, выпавшие на их долю. Все понимали, что идет смертельная борьба, от исхода которой зависит судьба страны. Поэтому, работая регулярно не менее 10 часов в день, каждый стремился сделать все возможное, чтобы приблизить долгожданный день победы над ненавистным врагом.

Исследования С. Н. Ржевкина в годы Великой Отечественной войны носили остронаправленный оборонный характер. Военные приложения акустики в достаточной мере разнообразны. Находясь в эвакуации в Казани, он работал над популярной брошюрой «Ухо на разведке»¹, которая была необходима для подготовки звукометрических разведчиков, для звуковой локации самолетов. Основной цикл своих военных работ Сергей Николаевич вел в интересах военно-морского флота. На Волге вместе с сотрудни-

¹ *Ржевкин С. Н. Ухо на разведке.* Свердловск: Гостехтеоретиздат, 1942. 110 с.



Вера Иосифовна и Сергей Николаевич Ржевкины
с детьми Кириллом и Леной
(Казань, 1942 г.)

ками он проводил исследования по вибрации корпуса и механизмов судна и связи этих вибраций с подводным шумом, создаваемым кораблем на некотором расстоянии. Для этих целей широко применялись пьезоэлектрические датчики и гидрофоны на основе сегнетовой соли.

С кварцевым сырьем (в то время использовался лишь естественный кварц) в военное время были большие трудности. Вместе с тем технология получения, в том числе и достаточно больших кристаллов сегнетовой соли, была вполне удовлетворительно налажена. Проводимые работы были необходимы для снижения шумности судов, так как противник широко использовал акустические подводные мины, срабатывающие под действием шума корабля. Нуждались в акустической защите и некоторые внутренние отсеки корабля, например отсек гидроакустиков, и здесь очень пригодились опыт и результаты, полученные Сергеем Николаевичем в предвоенные годы по звукопоглощению. Результаты этих гидроакустических исследований с успехом использовали моряки волжской речной флотилии.

Два военных года, проведенных в Казани (1941—1943 гг.), были очень тяжелыми. Однако Сергей Николаевич, как всегда, не утрачивал оптимизма и его не оставляла надежда на скорое возвращение. Осенью 1943 г. эта мечта сбылась. Эвакуация закончилась, и Ржевкины вместе с ФИАНом снова оказались в родной Москве.

Работы в области гидроакустики

На протяжении всей научной деятельности Сергей Николаевич уделял большое внимание распространению акустических волн под водой. Работы Ланжевена по излучению звука пьезокварцем вызвали у него большой интерес, и им еще в 20-е годы были проведены исследования колебаний пьезоэлектриков для целей радиотехники, ультразвука, электроакустики, причем сначала для кварцевых пластин, а затем и нового в то время сегнетоэлектрика — сегнетовой соли. О раннем зарождении интереса к гидроакустике говорит и то, что в 1925 г. им был сделан перевод для журнала «Успехи физических наук» статьи К. В. Дрюсдела «Морская подводная сигнализация и передача звука под водой»¹.

В 1928 г. в предисловии к первому изданию своей книги «Слух и речь» Сергей Николаевич писал: «В военном и морском деле, особенно в области подводной морской связи, акустические методы дали блестящие результаты. Акустическую подводную связь в настоящее время удается осуществить на расстоянии сотен километров. В виду практической важности этих задач подводная акустика является в настоящее время уже сложившейся отраслью техники».

О гидроакустических работах в военные годы шла речь в гл. 7. В послевоенные годы, заведая кафедрой акустики физического факультета МГУ, Сергей Николаевич широко развернул работы в области гидроакустики! В морской воде акустические волны являются практически единственным видом излучения, позволяющим получать информацию со сколько-нибудь далеких расстояний. Поэтому трудно переоценить роль гидроакустики и в военном деле, и в деле мирного освоения Мирового океана. Это область, где теснейшим образом переплетены физические задачи и проблемы, нуждающиеся в техническом решении. Причем непрерывное совершенствование военно-морской техники и усложняющиеся мирные задачи ставят перед гидроакустикой все более сложные вопросы.

Работы Сергея Николаевича в области гидроакустики начиная с 50-х годов сосредоточиваются, помимо решения ряда прикладных задач, на развитии методов приема гидроакустических сигналов. Гидроакустические исследования и их практические применения базировались в основном на измерении амплитуды звукового давления или значительно реже для определения колебательной скорости применялся несовершенный метод градиентного гидрофона, представляющего собой два разнесенных приемника давления. В сложных гидроакустических полях измерения лишь

¹ Дрюсдел К. В. Морская подводная сигнализация и передача звука под водой // Усп. физ. наук. 1925. Т. 5, вып. 3. С. 206—243.

скалярной величины звукового давления не давало возможности найти ни направления, ни (за исключением простейших случаев плоской волны) величины потока звуковой энергии. Идея измерения колебательного смещения приемником, состоящим из маленькой полый сферы, содержащей внутри магнетон², и имеющим нейтральную плавучесть в воде (см. указ. соч. Дрюсдела), использовалась еще Б. С. Смитом для создания направленного приема. Такая сфера колеблется так, как будто бы она была частью воды, и, следовательно, оказывает наибольшее влияние на магнетон, когда его ось расположена в направлении распространения, и не оказывает вовсе, когда его ось перпендикулярна этому направлению. В то время эта идея Смита не нашла широкого применения. На рубеже 40-х и 50-х годов Сергей Николаевич обратился к вопросу о гидроакустическом приемнике колебательной скорости. В 1951 г. его аспирант В. В. Филиппов зарегистрировал в море инфразвуковые волны (с частотами порядка нескольких герц), вызванные штормом на расстоянии сотен километров, и определил направление на источник волн. Приемник представлял собой полую сферическую оболочку с гибкой пластиной, на которую были наклеены кристаллы сегнетовой соли. Размеры его были существенно меньше длины волны. (Данные этой работы не были опубликованы и цитируются по статье О. П. Миридоновой³.) Уже эти первые результаты свидетельствовали о перспективности использования приемника колебательной скорости для практической гидроакустики. Помимо разработки новых конструкций приемников и исследования их характеристик возникала необходимость в строгом теоретическом обосновании работы приемника в различных гидроакустических ситуациях.

Для малой жесткой сферы, помещенной в колеблющийся поток несжимаемой идеальной жидкости, известно было гидродинамическое решение для скорости сферы:

$$V = \frac{3\rho_0}{2\rho + \rho_0} V_0,$$

где ρ_0 и ρ — плотность жидкости и средняя плотность сферы соответственно, V_0 — скорость потока⁴.

В 1956 г. Сергей Николаевич⁵, исходя из решения Рэлея для дифракции плоской волны на сфере, наряду с другими

² Магнетофоном в то время называли магнитодинамический механоэлектрический преобразователь, основанный на пондеромоторном взаимодействии поля постоянного магнита с током.

³ Миридонова О. П. Жизнь и деятельность профессора С. Н. Ржевкина // История и методология естественных наук. М.: Изд-во МГУ, 1975. Вып. 17. С. 159—187; Захаров Л. Н., Ржевкин С. Н. Векторно-фазовые измерения в акустических полях // Акуст. Журн. 1974. Т. 20, вып. 3. С. 393—401.

⁴ Лэмб Р. Гидродинамика. М.: Гостехтеориздат, 1947. Ландау Л., Лифшиц Е. Механика сплошных сред. М.: Наука, 1986. С. 54.

⁵ Ржевкин С. Н. Некоторые следствия из теории дифракции звука на гибкой сфере // Акуст. журн. 1956. Т. 2, вып. 4. С. 366—371.

вопросами рассмотрел вопрос о колебании малой по сравнению с длиной волны сферы и получил другим методом приведенное выше соотношение. Заканчивая свою статью, он писал: «Установившаяся внутри оболочки устройство типа сейсмографа и изменяя V , мы можем вычислить далее по формуле (формула приведена выше. — Авт.) величину V_0 ». В 1956 г. появилась работа американских авторов⁶, в которой на этом принципе были предложены приемники колебательной скорости.

Понимая важность создания гидроакустического приемника колебательной скорости — приемника, названного впоследствии векторно-фазовым, Сергей Николаевич развил далее теорию колебания сферы в звуковой волне на случай ее размеров, сравнимых с длиной волны, с учетом дифракции на ней звуковой волны⁷. Результаты этой работы позволяли ввести дифракционные поправки и уточнить измерения компонент колебательной скорости.

Работы по приемникам колебательной скорости и их применению в гидроакустике активно велись по инициативе и под руководством Сергея Николаевича с конца 50-х годов сотрудниками кафедры акустики физического факультета МГУ (В. С. Нестеровым, Л. Н. Захаровым, Ф. В. Рожиным, О. С. Тонакановым, В. А. Киршовым, В. Д. Русиним, А. В. Болотниковым, Г. В. Романовым и др.). Важнейшим усовершенствованием было совмещение в одном корпусе трех приемников во взаимоперпендикулярных направлениях, а также приемника давления и измерения помимо всех компонент скорости еще и разности фаз между давлением и каждой из компонент колебательной скорости. Этот приемник был назван векторно-фазовым. Одним из важных его достоинств была возможность измерения потока акустической мощности⁸. Приемник теоретически должен иметь по каждой из координат дипольную характеристику направленности, что не позволяло получить большую точность в определении направления на источник звука. Исследования показали, что отклонения от дипольной характеристики, особенно в области острого минимума при угле 90° , обусловлено резонансными изгибными колебаниями оболочки сферы и несовпадением центра масс и центра плавучести с геометрическим центром сферы. Эти недостатки приемника были устранены⁹.

Использование приемника по-новому ставило вопрос об исследовании звуковых полей в океане, так как он позволял определять их векторно-фазовую структуру. Введение корреляционной обработки сигналов увеличивало надежность измерений. В этой работе было выделено несколько гидроакустических задач, которые

⁶ Leslie C., Kendall J., Jones J. Hydrophone for measuring particle velocity // J. Acoust. Soc. Am. 1956. Vol. 28, N 4. P. 711—715.

⁷ Ржевкин С. Н. О колебаниях тел, погруженных в жидкость, под действием звуковой волны // Вестн. МГУ. Сер. 3. 1971. Т. 12, № 1. С. 52—61.

⁸ Захаров Л. Н., Ржевкин С. Н. Векторно-фазовые измерения в акустических полях // Акуст. журн. 1974. Т. 20, вып. 3. С. 393—401.

⁹ Там же.

могут быть решены векторно-фазовыми методами. Путем измерения потока акустической энергии через замкнутую поверхность, окружающую источник, могла быть определена его важная характеристика — производительность.

Векторно-фазовые методы позволяют более корректно, чем это делалось ранее, определить коэффициенты отражения звука от дна при разных углах падения. Особенно интересно, что такая возможность есть и для предельно низких частот, при которых глубина места сравнима с длиной волны. Эти вопросы имеют большое значение для сверхдального распространения низкочастотного звука, при котором происходит многократное отражение от дна.

В этой работе был обсужден также вопрос об определении векторно-фазовыми методами направления на источник звука. При далеком расположении источника корреляционная обработка сигналов горизонтальных компонент скорости, а также логический анализ разности фаз между горизонтальными компонентами и малой вертикальной позволяет определить направление на источник звука.

Векторно-фазовые методы открыли новые возможности в исследовании шумов моря, в частности позволили определять характеристики направленности этих шумов. Помимо создания шумовой модели океана это имеет большое значение для выбора характеристики направленности приемных гидроакустических систем.

В работе «Векторно-фазовые соотношения в поле тонального источника вблизи идеальноотражающей плоскости»¹⁰ в приближении геометрической акустики и глубокого моря показана возможность (по измерению горизонтальной составляющей колебательной скорости, звукового давления и разности фаз между ними) использования векторно-фазовых методов для определения одним малым приемником расстояния до источника звука и его заглубления. Несмотря на то, что реальная гидроакустическая ситуация в значительной мере при этом упрощена, работа отражает основные черты явления, определяет важнейшие величины, подлежащие измерению, и свидетельствует о больших потенциальных возможностях векторно-фазовых методов.

Многочисленные лабораторные эксперименты показали, что и в условиях моря приемник позволяет получить значительно более полную информацию о сложных звуковых полях, с которыми, как правило, приходится иметь дело в натуральных гидроакустических условиях. Есть широкий круг задач, в том числе и метрологического плана, где применение таких приемников дает значительные преимущества. В настоящее время в акустической метрологии возник очень важный раздел — интенсиметрия. Вопрос о том, как создаются и в каком направлении движутся потоки звуковой энергии, в современной технике борьбы с шумом и

¹⁰ *Иванов В. Е., Ржевкин С. Н.* // Акуст. журн. 1974. Т. 20, вып. 5. С. 787—790.

вообще в области акустической экологии имеют большое значение.

После кончины Сергея Николаевича работы по векторно-фазовым исследованиям гидроакустических полей продолжались его учеником Л. Н. Захаровым на физическом факультете МГУ и в Акустическом институте АН СССР. На кафедре акустики физического факультета МГУ векторно-фазовая интенсивность инфразвуковых шумов автомобилей успешно развивается О. С. Тонакановым, А. И. Иванниковым, а в приложении к проблемам гидроакустики — В. А. Гордиенко с сотрудниками.

Г л а в а 9

Работы в области ультразвука

Развитие исследований в области ультразвука в 20—30-х годах определилось как открытием пьезоэлектрического эффекта, так и бурным прогрессом в этот период ламповой радиотехники. Мощные когерентные механические колебания ультразвуковой частоты впервые были получены в 1918 г. на пьезокварце Ланжевенном для целей подводной сигнализации. Конец 20—30-х годов характеризуется все большим интересом, проявляемым физиками к ультразвуку. Такие работы велись как за рубежом (Вуд, Люмис, Хидеман и др.), так и у нас в стране (С. М. Рытов, С. Н. Ржевкин, Н. Н. Малов, В. В. Владимирский, М. Д. Галанин, С. Я. Соколов, П. А. Бажулин, И. Г. Михайлов, Б. Б. Кудрявцев и др.).

Ряд интересных физических и биологических свойств мощного ультразвука удалось наблюдать Вуду и Люмису¹. Эта новаторская экспериментальная работа привлекла внимание Сергея Николаевича. В 20-х—начале 30-х годов, активно занимаясь радиоэлектроникой, связанной с ней биофизикой (чувствительность мышц к раздражению токами высокой частоты), слухом и речью, С. Н. Ржевкин начинает уделять все большее внимание проблемам, связанным с пьезоэлектричеством и ультразвуком. Побудительных мотивов для этого было более чем достаточно. Работая в Рентгеновском институте, Сергей Николаевич проводил биофизические исследования, и возможность использования нового вида излучения, безусловно, была привлекательной. Как уже отмечалось, в это время его интересовали вопросы частотного предела слышимости. Для этого тоже необходим был ультразвук. Наконец, за рубежом в это время появились работы (Пирс), показывающие возможность стабилизации частоты радиогенератора пьезоэлектрическими резонаторами. Сергей Николаевич внимательно следил за радиотехническими новинками и широко использовал их в своих работах.

¹ Wood R. W., Loomis A. L. The Physical and Biological Effects of High-frequency Sound Waves of Great Intensity // *Phyl. Mag.* 1927. Vol. 4, N 22. P. 417—436.

Работая в ГЭИ (1924—1925 гг.), а затем в лаборатории высокой частоты Рентгеновского института (1928—1935 гг.), он одним из первых в СССР занялся изучением пьезокристаллов и способов генерации с их помощью ультразвука. В этот период возникали большие трудности с сырьем для пьезокварцевых пластинок. Хороший природный кварц добывался на Мадагаскаре и в Бразилии. Выход из этого положения был неожиданным. На рынках продавались «печатки» для сургуча из чистого кристаллического кварца, из которых и удалось изготовить при содействии лаборатории Е. Е. Флинта в Институте минерального сырья кварцевые пластинки для генерации ультразвука².

Сергей Николаевич в ГЭИ занимался и другим перспективным сегнетоэлектриком — сегнетовой солью. В военные годы, как уже упоминалось, Сергей Николаевич снова вернулся к этому материалу для создания для целей гидроакустики очень чувствительных приемников ультразвука под водой — гидрофонов. Следует сказать, что Сергей Николаевич всячески поддерживал работы А. С. Шейна по развитию технологии выращивания новых эффективных пьезоэлектриков. Уже в послевоенные годы на кафедре акустики МГУ кабинет Сергея Николаевича украшал превосходный большой кристалл сегнетовой соли.

В работах, опубликованных в 1928—1930 гг.³, несколько модифицируя опыты Пирса по стабилизации частоты радиогенератора кварцевым резонатором, Сергей Николаевич предложил определять частоту колебаний кварцевой пластинки по длине генерируемой в воздухе ультразвуковой волны. Последняя определялась по периодически изменяющейся (при перемещении одного из электродов кварца) реакции радиогенератора, в цепь которого включался кварц. Зная скорость звука в воздухе, можно определить частоту колебаний пластины (провести эталонирование). В дальнейшем этот метод в обратной модификации (по заданной частоте определение скорости звука), так называемый метод интерферометра, нашел широкое применение в лабораторной практике для прецизионного измерения скорости и поглощения ультразвука в газах и жидкостях.

Одним из эффективных способов получения мощного низкочастотного ультразвука, как сейчас хорошо известно, является магнитострикционный эффект (эффект Джоуля). На заре развития ультразвуковой техники это было еще недостаточно ясно, так как ферромагнитный стержень, помещенный в соленоид с переменным током, испытывает действие не только переменных стрикционных сил, но и сил пондеромоторных. Это, равно как

² Миридонова О. П. Жизнь и деятельность профессора С. Н. Ржевкина // История и методология естественных наук. М.: Изд-во МГУ, 1975. Вып. 17. Физика С. 159—187.

³ Ржевкин С. Н. Простой способ эталонирования частоты кварцевых пластинок // Вестн. теорет. и эксперим. электротехники. 1928. Т. 1. № 4. С. 154—156; Ржевкин С. Н. Эталонирование кварцевых пластинок // Минерал. сырье. 1930. Т. 5, № 4. С. 910—918.

и вопрос о том, на каких частотах возбуждающего поля резонансным образом усиливаются колебания, в то время было не очень ясно. Поэтому С. Н. Ржевкин совместно с Н. Н. Маловым и В. К. Митяевым в лаборатории высокой частоты Рентгеновского института была поставлена работа по механическим колебаниям ферромагнитных стержней в переменном магнитном поле, результаты которой были опубликованы в 1931 г.⁴ Было показано, что магнитострикционные силы для стального стержня примерно на два порядка превышают пондеромоторные. Собственные частоты колебаний стержней хорошо согласовывались с теоретическими (определенная в опыте скорость звука в стальном стержне была 5050 м/с)⁵. Наиболее сильное возбуждение, однако, имело место при частоте поля равной половине собственной частоты стержня, сильное возбуждение было и при частоте поля равной собственной частоте. Таким образом, в этой работе впервые было показано, что магнитострикционное возбуждение носит в основном четный характер (часть измерений делалась без поля подмагничивания, а часть — в слабых полях 100—200 Гс). При мощном возбуждении амплитуда деформаций достигала 2×10^{-5} ; особенно на высоких частотах стержни раскалялись докрасна за 1—1,5 мин., резонансная частота их сильно изменялась и зачастую (при сильном перегреве) колебания срывались. В работе подчеркивалось, что этот метод позволяет измерять скорость звука в материале стержня, ее зависимость от температуры и может быть использован для получения звуковых колебаний значительной силы. Вспоминая этот период работы в Рентгеновском институте, профессор Н. Н. Малов пишет: «Кроме высоких частот, мы одно время занимались и ультразвуковыми колебаниями, только что описанными в литературе. Благодаря усилиям Сергея Николаевича были получены из Германии пластинки кварца, позволившие получить довольно мощные колебания. Мы провели ряд чисто физических исследований и готовили различные эмульсии для соседних лабораторий института».

Совместно с Н. Н. Маловым Сергей Николаевич провел работу по исследованию звукоизоляции пластинок из различных материалов на высоких частотах⁶. Эта работа проводилась в связи с исследованием биологического действия ультразвука и показала существенно большую звукоизоляцию пористых материалов на ультразвуке, чем на звуковых частотах.

На юбилейной конференции Рентгеновского института 10 июня 1934 г. заведующий лабораторией высокой частоты профессор С. Н. Ржевкин сделал доклад о биологическом действии мощного

⁴ Малов Н. Н., Митяев В. К., Ржевкин С. Н. Механические колебания ферромагнитных стержней в переменном магнитном поле // Современные проблемы электромагнетизма. М.: ГОНТИ. 1931. С. 119—130.

⁵ Отметим, что в справочнике «Таблицы физических величин» (М.: Атомиздат, 1976. 476 с.) приведена именно эта величина для стержневой скорости в стали.

⁶ Малов Н. Н., Ржевкин С. Н. Изучение звукоизолирующей способности различных материалов при ультразвуковой частоте // Журн. техн. физики. 1933. Т. 3, вып. 1. С. 155—160.

ультразвука. Доклад был опубликован в 1936 г.⁷ В нем, в частности, сообщалось о цикле предварительных исследований биологического действия мощного ультразвука, проведенных Сергеем Николаевичем с сотрудниками в лаборатории высокой частоты. Мелкие животные, живущие в воде, почти мгновенно погибали в ультразвуковом поле. Причиной их гибели, вероятнее всего, следует считать изменение в коллоидной структуре тканей, глубокое биохимическое изменение протоплазмы и коагуляцию белков. Проводилось также исследование бактерицидного действия ультразвука: при его воздействии, в частности, наблюдалась сильная задержка времени свертывания молока.

В Рентгеновском институте Сергеем Николаевичем также инициировались исследования Е. П. Островского и О. Н. Истоминой по стимуляции под действием ультразвука развития семян и растений. Эти опыты показали, что «озвучание» семян картофеля и гороха дает ускорение развития и прирост урожайности этих культур. Несмотря на то, что в конце 20-х годов за рубежом были выполнены работы по биологическому и биохимическому действию ультразвука, работы Сергея Николаевича в этой области у нас в стране были одними из первых. В дальнейшем различные аспекты биологического действия ультразвука выросли в отдельное большое направление, интенсивно развивающееся за рубежом и у нас.

Придавая большое значение развитию физики ультразвука и его приложений, Сергей Николаевич в середине 30-х годов опубликовал в центральной печати ряд популярных статей⁸.

Совместно с Е. П. Островским Сергей Николаевич подверг более детальному исследованию вопрос о получении эмульсий в поле мощного ультразвука⁹. Эти эксперименты проводились с кварцевыми источниками ультразвука, на которые подавались напряжения с амплитудой порядка нескольких киловольт. При работе источника вблизи поверхности возникла звуковая фонтан (высотой до 8 см), амплитуды звукового давления имели порядок одной атмосферы на частотах $4 \div 6 \times 10^6$ Гц. Время получения эмульсий составляло несколько минут. Ртутная эмульсия черно-фиолетового оттенка была стабильной в течение нескольких дней (размеры частиц $\sim 0,5$ мкм); в микроскоп отчетливо наблюдалось броуновское движение. Особо мелкодисперсными (с частицами $\sim 10^{-6}$ см) были получены эмульсии олова, висмута и свинца. Диспергирование твердых тел под действием ультразвука в этой работе было установлено впервые. Впервые в этой рабо-

⁷ Ржевкин С. Н. Ультразвуки и их биологическое действие // Труды по рентгенологии. М., 1936. Т. 2. С. 181—187.

⁸ Ультразвук // Известия. 12.02.1934; Звуки, которых не слышно // Веч. Москва. 29.06.1934; Физико-химическое и биологическое действие ультразвуковых волн // Фронт науки и техники. 1935. № 5/6. С. 54—59; Ультразвуковые колебания // Известия. 16.01.1936; Неслышимые звуки // Знание—сила. 1936. № 10. С. 28.

⁹ Ржевкин С. Н., Островский Е. П. Получение эмульсий при помощи ультразвука // Журн. физ. химии. 1935. Т. 6, вып. 1. С. 73—75.

те Сергеем Николаевичем было высказано также предположение о механизме эмульгирования и диспергирующего действия. В мощном ультразвуковом поле ускорение изменяется в пространстве с амплитудой $a=2\pi p_0/\rho\lambda$, где ρ — плотность, λ — длина волны, p_0 — амплитуда звукового давления. Градиент ускорения $\sim a/\lambda=2\pi p_0/\rho\lambda^2$ быстро растет с увеличением частоты. Это приводит при больших амплитудах звукового давления (порядка атмосфер) к тому, что на частицы размером ~ 1 мкм действуют значительные разрывающие силы.

Начиная со второй половины 30-х годов Сергей Николаевич развивает работы по ультразвуку и в ФИАНе. В работе, проведенной совместно с В. Л. Левшиным¹⁰, ему удалось детально исследовать слабое свечение жидкости, обнаруженное несколько раньше Френцелем и Шультессом, механизм которого был еще далеко не ясен. Работа имела целью «найти носитель свечения и способ его возбуждения». Исследование ряда жидкостей (вода, некоторые спирты, глицерин, бензин, нитробензол, ксилол, четыреххлористый углерод, серная кислота) показало, что вода неизменно давала свечение. Люминесценция же других жидкостей могла объясняться присутствием малых примесей воды. Примеси фотолюминесцирующих веществ (родулина, родамина и др.) в спиртах не дали свечения, а в воде не изменили яркости излучения. Действие тушителей фотолюминесценции при небольших концентрациях также было слабым. В результате ряда опытов авторы пришли к выводу, что «наиболее вероятным объяснением акустического свечения — образование внутри жидкости кавитаций, наполненных водяным паром, который возбуждается и дает люминесценцию под влиянием электрических напряжений, возникающих при разрывах жидкости или при аннигиляции кавитаций». В последующем кавитационная природа свечения была подтверждена в ряде работ других авторов и в настоящее время является общепринятой.

Интересы С. Н. Ржевкина в области акустики помещений, где процесс распространения волны может быть в достаточной мере сложным, привели к необходимости моделирования этих процессов на ультразвуковых частотах. Цикл работ этого направления начиная с конца 30-х годов проводился Сергеем Николаевичем частично с С. И. Кречмером в акустической лаборатории ФИАНа¹¹. Метод темного поля (предложенный в середине 60-х годов XIX века Теплером) впервые для визуализации ультразвука использовался Тевиллом, которым, однако, были получены нечеткие,

¹⁰ Левшин В. Л., Ржевкин С. Н. К вопросу о механизме свечения жидкости под воздействием ультразвука // Докл. АН СССР. 1937. Т. 16, № 8. С. 407—412.

¹¹ Ржевкин С. Н., Кречмер С. И. Исследование волновых процессов по методу моделей с применением ультраакустических волн // Успехи физ. наук. 1937. Т. 18, вып. 1. С. 1—10; Ржевкин С. Н., Кречмер С. И. Применение ультраакустических волн к исследованию волновых процессов на моделях // Тр. ФИАН. 1938. Т. 1, вып. 4. С. 43—75.

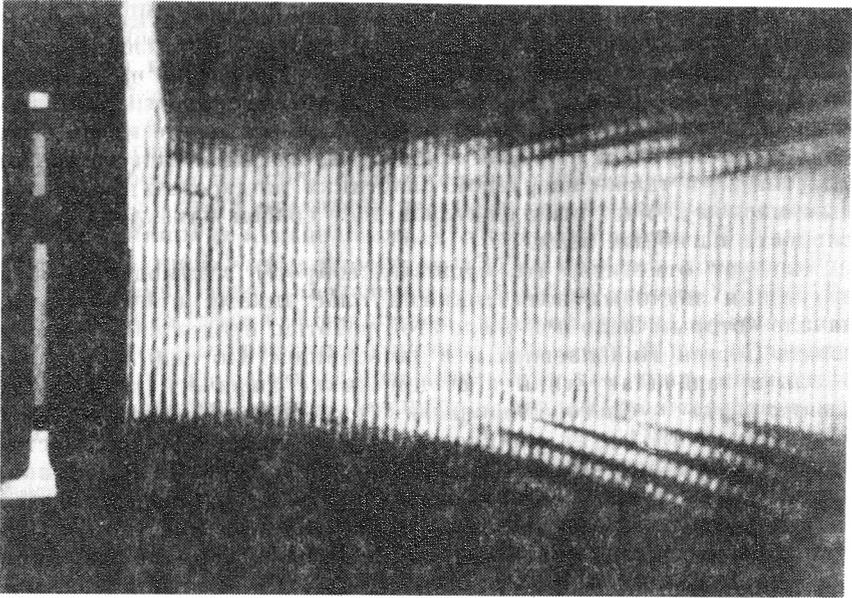


Рис. 1. Ультразвуковое излучение пьезо-кварцевой пластинки при резонансе по толщине

размытые изображения стоячих волн в воздухе. В акустической лаборатории ФИАНа была создана весьма совершенная по тем временам оптическая установка по схеме Теплера с длиннофокусной оптикой, большим полем зрения, регулируемой чувствительностью и возможностью стробоскопирования изображения на частоте ультразвука с помощью ячейки Керра, что давало возможность наблюдения бегущих волн. В этих работах для исключения влияния отраженных волн использовалась оригинальная «ловушка» ультразвука, которая в дальнейшем широко применялась другими авторами. На установке удалось получить высококачественные изображения ультразвукового поля и исследовать ряд волновых явлений.

Ближнее дифракционное поле, создаваемое пьезоизлучателем, как показали исследования Сергея Николаевича на теплеровской установке¹², оказалось крайне неоднородным (рис. 1). Несмотря на то, что превалирует фазовая структура плоской волны, наблюдается четко выраженная неоднородная структура расходящихся лучей, вызванная, как было показано в данной работе, тем, что наряду с продольными колебаниями на кварцевой пластинке кюри-среза образуются стоячие изгибные волны, приводящие к

¹² *Rschevkin S. N.* On the Problem of the Wave Field of a Piezo-Quartz Radiator // С. R. (Doklady) Acad. Sci. USSR. 1937. Vol. 16. P. 267—270.

сильно неоднородной по интенсивности лучевой структуре поля. Это было также показано сравнением теплеровских изображений ближнего поля колебаний пластинки и дифракции на решетке из стальных стержней. Полученные из опыта скорости изгибных волн оказались близкими к теоретическим. Различие могло быть объяснено неучетом в теории вращательного движения элементов пластинки, а также нагрузкой пластинки жидкостью (вазелиновым маслом). Учет этих факторов дает совсем близкие к опыту скорости изгибных волн.

Следует отметить, что сложные вопросы взаимодействия и излучения звуковых волн тонкими пластинками и оболочками, начало которым было положено этой работой, продолжали интересоваться Сергея Николаевича и в дальнейшем. По данным работы «Роль и задача акустики в общем цикле физических и технических наук»¹³, Сергей Николаевич совместно с С. И. Кречмером обнаружил в 1941 г. аномальное прохождение звука через пластины при косом падении звука под углом α к нормали пластинки, когда наряду с прямо прошедшим звуком под углом α имеется излучение под углом $-\alpha$, вызванное бегущей по пластине изгибной волной. Однако эта работа была прервана из-за эвакуации ФИАН в Казань в 1941 г. и поэтому в печати не появилась.

В дальнейшем детальному исследованию близкого эффекта — аномального отражения звука (отражения при наклонном падении в обратном направлении) от тонких пластинок — был посвящен цикл исследований Л. М. Лямшева¹⁴ в Акустическом институте Академии наук.

Возвращаясь к работе Сергея Николаевича 1937 г. по ближнему полю кварцевого излучателя, следует отметить, что ее значение для зарождающегося в этот период нового направления приложения ультразвука для исследования кинетических процессов в газах и жидкостях (направления, в дальнейшем оформившегося в большой самостоятельный раздел, названный молекулярной акустикой) было велико. Представление о том, что при размерах пластинки больших длины волны экспериментатор имеет дело с однородной плоской волной, оказалось неправильным. Это, естественно, создало дополнительные сложности при определении скорости и особенно поглощения ультразвуковых волн. В дальнейшем Сергей Николаевич снова вернулся к этому вопросу¹⁵ и показал, что в ближнем поле при достаточно большом приемнике происходит усреднение неоднородностей и в среднем волну можно считать плоской.

Интересное явление возбуждения неоднородной акустической волны, существующей вблизи поверхности раздела, во второй из

¹³ Ржевкин С. Н. // Применение ультраакустики к исследованию вещества. Сб. ст. М., 1963. Вып. 17. С. 3—12.

¹⁴ Лямшев Л. М. Отражение звука тонкими пластинками и оболочками в жидкости. М.: Наука, 1955. 73 с.

¹⁵ Ржевкин С. Н. Парадокс ближнего поля поршневой диафрагмы // Применение ультраакустики к исследованию вещества. М., 1958. Вып. 6. С. 47—52.

сред при полном внутреннем отражении — явление, которое теоретически было предсказано Рэлеем¹⁶, удалось впервые наблюдать¹⁷ на границе вазелинового масла (среда I, скорость звука 1500 м/с) и 30%-ного водного раствора NaCl (среда II, скорость звука 1810 м/с), а также исследовать особенности этого явления, хорошо согласующиеся с теорией Рэля.

С помощью теплеровской установки в акустической лаборатории ФИАНа были проведены также и другие интересные исследования. Например, выяснилось, что кордовая щетка (60 стальных волосков длиной 5 мм и диаметром 0,34 мм на 1 см²) полностью поглощает звук (среда — вазелиновое масло) на частоте $7,5 \times 10^5$ Гц. Наблюдались также фокусировка плоской волны сферическим отражателем, дифракция на цилиндре и щели и др., отражение и дифракция на сложных поверхностях, в том числе на моделях карнизов Дворца Советов, которые не поддавались теоретическим расчетам.

В послевоенные годы, заведая кафедрой акустики на физическом факультете МГУ, Сергей Николаевич уделял внимание развитию работ по новым пьезоэлектрикам и физике ультразвука. В 40-х годах, несмотря на страшно стесненные условия работы в старом здании физического факультета на Моховой, силами студентов и сотрудников велась интенсивная работа по ультразвуковым линиям задержки, по тогда новым керамическим пьезоэлектрикам на основе титаната бария и др. Более широко работы этого направления удалось развернуть после переезда (в 1953 г.) в новое здание на Ленинских горах.

В этот период были, в частности, усовершенствованы теплеровские методы визуализации звука. Ученику Сергея Николаевича В. И. Макарову удалось визуализировать распространение ультразвуковых импульсов и наблюдать в замедленной динамике переходные процессы при дифракции их на различного рода препятствиях.

Для ряда гидроакустических задач возникла необходимость исследования взаимодействия волновых полей с гибкими оболочками. Этот круг вопросов, как уже отмечалось, интересовал Сергея Николаевича еще с довоенных времен, когда было обнаружено аномальное прохождение звука через тонкую пластину. В. И. Макаровым было показано, что при возбуждении цилиндрической гибкой оболочки при определенных условиях звуковая энергия концентрируется вблизи ее внутренней поверхности так, что около оси цилиндра имеет место зона звуковой тени. Эта особенность звукового поля внутри оболочки определяется изгибными волнами, бегущими по поверхности оболочки. Излучение звука такими волнами, бегущими по оболочкам, очень интересовало Сергея Николаевича, и он неоднократно обращался в своих теоретических исследованиях к этим задачам.

¹⁶ Рэлей. Теория звука. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1944. Т. 2. § 270.

¹⁷ Кречмер С. И., Ржевкин С. Н. Непосредственное наблюдение волн Рэля при полном внутреннем отражении // Докл. АН СССР. 1938. Т. 20, № 1. С. 17—20.

Известно, что сдвиговые волны не сопровождаются изменениями плотности среды и поэтому, казалось бы, не должны были бы наблюдаться методом Теплера. Однако в работе Сергея Николаевича с сотрудниками¹⁸ было показано, что даже без поляризационной оптики в естественном свете возможна теплеровская визуализация, объясняемая возникновением анизотропии молекулярной рефракции под действием упругих напряжений. Обнаружение этого эффекта стало возможным благодаря высокой чувствительности используемой установки Теплера.

В 50—60-е годы у нас в стране резко усилились ультразвуковые исследования жидкостей. Направление, берущее свое начало от ставшей уже классической теоретической работы Л. И. Мандельштама и М. А. Леонтовича по неравновесным процессам в звуковом поле и объемной (или второй) вязкости. Сергей Николаевич внимательно следил за развитием этого направления. Об этом говорит его участие и как члена Оргкомитета, и как докладчика в серии конференций «Применение ультразвуки к исследованию вещества», состоявшихся в эти годы. В этот период он вновь возвратился к идеям работ конца 20-х годов по эталонированию частот кварцевых пластин, а также к довоенным работам по неоднородности ближнего звукового поля. В 1959 г. он опубликовал работу по теории одного из основных методов, применявшихся для определения скорости и поглощения — интерферометрического¹⁹. В это же время сотрудником кафедры В. П. Сизовым велись экспериментальные работы по совершенствованию интерферометрической методики измерения акустических параметров, а также проведен цикл измерений в широкой гамме жидких нефтепродуктов. Эта работа в дальнейшем приобрела практический уклон: при последовательной транспортировке по нефтепроводу разных нефтепродуктов (сырая нефть, бензин и т. д.) необходим был контроль момента прихода в точку ветвления нефтепровода границы раздела транспортируемых жидкостей, что предлагалось делать по скорости ультразвука.

Картина развития работ по физике ультразвука была бы неполной, если не отметить, что с середины 50-х годов под руководством профессора В. А. Красильникова на кафедре интенсивно начинают развиваться новые направления: нелинейная акустика (Л. К. Зарембо, В. А. Буров, О. Ю. Сердобольская), СВЧ-акустика и акустоэлектроника (В. Е. Лямов, И. Ю. Солодов, В. В. Крылов). В этой книге нет необходимости останавливаться на результатах этих работ. Можно только сказать, что кафедра в области нелинейной акустики (особенно твердых тел) и связанных с этим вопросов акустоэлектроники вскоре заняла одно из ведущих мест в отечественной науке.

¹⁸ *Аверьянова В. Г., Макаров В. И., Ржевкин С. Н.* Визуализация сдвиговых ультразвуковых волн в прозрачных твердых телах // Акуст. журн. 1956. Т. 2, вып. 2. С. 224—225.

¹⁹ *Ржевкин С. Н.* К теории ультразвукового интерферометра // Применение ультразвуки к исследованию вещества. М., 1959. Вып. 9. С. 3—8.

Выше были приведены в основном лишь оригинальные результаты, имеющиеся в научных трудах С. Н. Ржевкина. Сергей Николаевич вел значительную организационную и координационную работу в области ультразвука. В 1950 г. он становится членом вновь созданной Комиссии по ультразвуковой дефектоскопии при Президиуме АН СССР, затем, после 1951 г., заместителем председателя секции по ультразвуку Акустической комиссии АН СССР, преобразованной в дальнейшем в научный Совет по ультразвуку АН СССР, членом которого он оставался до своей кончины.

Глава 10

Работы в области теории звука

С начала своей научной деятельности С. Н. Ржевкин придавал большое значение теоретическому анализу рассматриваемой задачи. Это проявлялось как в его ранних работах по радиоэлектронике, так и в последующих работах в области акустики.

Теория колебаний распределенных систем (струн, мембран, стержней, пластинок, различных оболочек и др.), а также излучение звука при этом является одним из разделов теории звука. Точные решения в этой области часто представляют собой довольно сложную задачу. Работы этого направления до сих пор не сходят со страниц научных журналов.

В конце 20-х годов Сергей Николаевич, об этом уже была речь, экспериментально исследовал колебания мембраны телефона. Работая в ФИАНе, он вновь обратился к этой задаче¹. Замена распределенных параметров системы эффективными сосредоточенными дает возможность простыми методами выяснить особенности колебания распределенных систем, излучения ими звука и т. д. В своих теоретических исследованиях Сергей Николаевич широко использовал этот метод.

Выше уже отмечалось, что в предвоенные и послевоенные годы С. Н. Ржевкин рассмотрел ряд задач, связанных с теорией резонансных звукопоглотителей. Влияние перегородки с отверстием на распространение звука в бесконечной трубе исследовалось В. А. Фоком. Работами американского акустика Ингарда были определены акустические характеристики (присоединенная масса и др.) в случае, когда перегородка находится вблизи стенки на конце трубы. Сергей Николаевич рассмотрел задачу об акустических характеристиках двух перегородок, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга². Оказалось, что ближние

¹ Ржевкин С. Н. К вопросу о приведенном уравнении колеблющейся мембраны // Журн. техн. физики. 1935. Т. 5, вып. 8. С. 1440—1453.

² Ржевкин С. Н. К вопросу о присоединенной массе в неоднородных акустических волноводах // Акуст. журн. 1965. Т. 11, вып. 3. С. 371—379.

поля отверстий взаимодействуют друг с другом: к импедансу, рассчитанному обычным методом переноса, добавляется поправка, зависящая от расстояния между ними. В эту поправку входит не только «свободный» импеданс второго отверстия, но и некоторая величина, названная Сергеем Николаевичем «взаимной присоединенной массой». Эти результаты необходимо учитывать при расчете многослойных звукопоглощающих систем с перфорированными слоями. Новое понятие взаимной присоединенной массы играет значительную роль в разных разделах теории звука.

В конце 40-х годов интересы Сергея Николаевича в области авиационной акустики привели к рассмотрению задачи об излучении звука волнами, бегущими по гибкой сфере³. На поверхности сферы задается вынужденное распределение скоростей в форме бегущих волн. Показано, что излучение такой сферы эквивалентно излучению жесткой сферы с периодическими впадинами и выпуклостями, заданными по синусоидальному закону, вращающейся с соответствующей угловой скоростью. Была показана также аналогия этого излучения с излучением звука при вращении винта. Общая энергия поля такого излучателя состоит из излучаемой и «присоединенной»; последняя не излучается и при равномерном «вращении» концентрируется в ближнем поле. В несколько более широкой постановке такого типа источники рассмотрены в работе «Излучатели звука с бегущей волной»⁴.

Еще в экспериментальной работе 20-х годов по колебаниям телефонных мембран Сергей Николаевич обратил внимание на некоторые особенности излучения звука на простых модах (близких к поршневному колебанию) и сложных, при которых колебания разбиваются на зоны, причем в соседних зонах они происходят в противофазе. Анализ колебаний сферической оболочки и потоков энергии, возникающих на простых и сложных модах, приводится в статье «О движении энергии в поле сферических излучателей»⁵. Было показано, что на простых модах, в отличие от сложных, тангенциальные потоки отсутствуют. Их наличие создает дополнительную присоединенную массу и энергию, которая вызывает «дополнительную нагрузку» на источнике, но энергия при этом носит чисто гидродинамический характер и не излучается в виде акустических волн.

Вопросы векторно-фазовых методов исследования гидроакустических полей, активно развиваемые на кафедре акустики физического факультета начиная с середины 50-х годов, нуждались в решении большого числа теоретических задач. Поскольку векторный приемник обычно представлял собой полую сферическую оболочку с инерционным приемником внутри, в 70-е годы Сергей Николаевич обратился к задаче о взаимодействии гибкой

³ Ржевкин С. Н. Излучение звука волнами, бегущими по сфере // Вестн. МГУ. 1949. № 2. С. 43—51.

⁴ Ржевкин С. Н. // Вестн. МГУ. 1954. № 8. С. 3—17.

⁵ Ржевкин С. Н. // Журн. техн. физики. 1949. Т. 19, вып. 12. С. 1380—1396.

сферы с плоской звуковой волной⁶. Основываясь на развитой Рэлеем теории дифракции плоской звуковой волны на сфере⁷, Сергей Николаевич провел для сферы, радиус которой мал по сравнению с длиной волны, расчет радиальной составляющей колебательной скорости, удельного импеданса сферы, резонансной частоты пульсационных колебаний, эффективной площади, с которой сферический резонатор отбирает энергию от плоской волны. Была уточнена теория векторно-фазовых приемников, так как рассматривались не только пульсационные колебания сферической оболочки, но осцилляционные.

Распространение результатов на более общий случай не малой по сравнению с длиной волны сферы, а также на цилиндр, дано в статье «О колебаниях тел, погруженных в жидкость, под действием звуковой волны»⁸, где Сергей Николаевич снова акцентирует внимание на задачах векторно-фазового приема. Он провел детальный анализ осцилляции гибкой сферы в поле плоской волны в различных условиях. Результаты этой работы позволяли более корректно определять с помощью векторно-фазовых приемников компоненты колебательной скорости и фазы при работе, в том числе и на высоких частотах.

Особенностям работы сферических излучателей вблизи мягкого (например, поверхности моря) или жесткого препятствия посвящены работы Сергея Николаевича конца 70-х годов. В работе⁹ изложена теория излучения звука жесткой сферой, колеблющейся в направлении нормали к перегородке. Общее поле представляется, как поле сферы в свободном пространстве и поле зеркального изображения сферы с соответствующим знаком. При определении импеданса, присоединенной массы и других характеристик источника звука учитывалось взаимодействие с зеркальным источником. Аналогичная задача для источника, колеблющегося параллельно перегородке, рассмотрена в одной из последних работ Сергея Николаевича¹⁰.

Вопросы ближнего поля поршневого излучателя после экспериментального обнаружения в 1937 г. пространственно-модулированной структуры ближнего поля в 50-е годы снова привлекают внимание Сергея Николаевича¹¹ из-за широкого использования этого типа излучателей в ультразвуковой экспериментальной технике. Несколько позже совместно с М. Ю. Тихоновым¹²

⁶ Ржевкин С. Н. Некоторые следствия из теории дифракции звука на гибкой сфере // Акуст. журн. 1956. Т. 2, вып. 4. С. 366—371.

⁷ Рэлей. Теория звука. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1944. Т. 2. § 334, 335.

⁸ Ржевкин С. Н. // Вестн. МГУ. Сер. 3. 1971. Т. 12, № 1. С. 52—61.

⁹ Ржевкин С. Н. Ближнее поле и импеданс сферы, колеблющейся вблизи жесткой или мягкой перегородки // Акуст. журн. 1978. Т. 24, вып. 1. С. 143—146.

¹⁰ Ржевкин С. Н. Ближнее поле и импеданс сферы, колеблющейся параллельно плоской перегородке // Там же. 1980. Т. 26, вып. 2. С. 242—247.

¹¹ Ржевкин С. Н. Парадокс ближнего поля поршневой диафрагмы // Применение ультразвуки к исследованию вещества. М., 1958. Вып. 6. С. 47—52.

¹² Ржевкин С. Н., Тихонов М. Ю. К вопросу о ближнем поле поршневого излучателя в твердом теле // Акуст. журн. 1975. Т. 21, вып. 5. С. 797—800.

был проанализирован более сложный случай ближнего поля излучателя в твердом теле. В работе компоненты вектора смещения в звуковом поле, создаваемом «одномерным» (в виде бесконечной полосы конечной ширины) поршневым излучателем, разлагаются по плоским неоднородным как продольным, так и сдвиговым волнам. Причем показано, что даже в том случае, когда источник на границе создает один тип напряжений, в среде из-за ограниченного размера источника помимо дифракции возникают оба типа волн, продольные и поперечные. Из-за сложности задачи расчеты могли быть проведены только на ЭВМ. Они показали, что в случае излучения продольной волны ближнее поле в твердом теле в пределах точности расчета не отличается от поля в жидкости.

Заканчивая этот раздел, нужно сказать, что совместно с Сергеем Николаевичем еще в довоенные годы работал над теорией звукопоглотителей В. С. Нестеров. В дальнейшем круг интересов В. С. Нестерова расширился, он много внимания уделял теоретическим вопросам распространения звука в море, гидроакустическим антеннам и т. д. Сергей Николаевич высоко ценил работу В. С. Нестерова. Значителен вклад в теорию и практику звукопоглощения К. А. Велижаниной. В достаточно тесном контакте с Сергеем Николаевичем велись работы К. В. Чернышовым и П. Н. Кравчуном по теории согласования акустических систем, резонансным глушителям шума, низкочастотным малогабаритным источникам звука и др.

Глава 11

Воспитатель научных кадров

С. Н. Ржевкин не был ученым-одиночкой. С молодых лет он проникся мыслью о том, что успех крупномасштабных экспериментальных работ, которые всегда привлекали его, возможен лишь при согласованной деятельности хорошо подобранного квалифицированного научного коллектива, выполняющего глубоко продуманную программу исследований. На протяжении своей большой жизни Сергей Николаевич принимал участие в работе многих научных и научно-технических учреждений страны. И везде он начинал деятельность с создания пусть сначала небольшой научной лаборатории. Где бы он ни работал, вокруг него сразу начинала группироваться молодежь. Он привлекал ее к себе эрудицией, искренней преданностью науке, глубоким пониманием перспектив проводимых исследований, их научной и практической значимости. При этом он всегда разговаривал с молодыми людьми на равных, не допуская и тени насмешки при их очевидных и порой досадных промахах, никогда не унижал их человеческого достоинства. Глубокая интеллигентность,

выдержанный и всегда спокойный стиль разговора с учениками делали общение с ним чрезвычайно приятным.

М. С. Анциферов вспоминал: «При внешней суровости Сергей Николаевич на самом деле был исключительно душевным человеком, всегда готовым прийти на помощь любому своему сотруднику не только в делах служебных, но и в разных домашних и личных затруднениях. При этом не следует думать, что С. Н. Ржевкин когда-либо был этаким „сусальным ангелом“, способным только на доброжелательство. Наоборот, он мог проявлять яростную враждебность, но не потому, что объект враждебности ему не нравился субъективно, а только потому, что этот объект был сознательным или бессознательным жуликом или халтурщиком в науке. Этот тип людей был органически невыносим Сергею Николаевичу в те годы, когда я его близко знал. И это был один из важных уроков „школы Ржевкина“».

Свой педагогический опыт С. Н. Ржевкин начал приобретать уже на первых курсах университета, когда из-за слабой материальной обеспеченности был вынужден интенсивно заниматься репетиторством. Преподавание в Петровской сельскохозяйственной академии (1918—1919 гг.) и Московском высшем техническом училище (1920—1923 гг.) также прежде всего было вызвано необходимостью решения чисто материальных вопросов. Однако вскоре Сергей Николаевич всерьез увлекся преподавательской деятельностью. Он глубоко проникся идеей о необходимости подготовки отсутствующих в стране высококвалифицированных кадров. В дальнейшем его научная и педагогическая деятельность оказались неразрывно связанными и определяли круг его интересов до последних дней жизни.

Сергей Николаевич всегда был в курсе последних достижений в избранной им области физики. Хорошо владея иностранными языками, он осуществил перевод на русский язык нескольких фундаментальных изданий, а также написал для журнала «Успехи физических наук» и других журналов огромное количество рецензий на многочисленные зарубежные монографии и учебники по различным областям радиофизики и прежде всего акустики.

Все это позволяло С. Н. Ржевкину на очень высоком уровне, с учетом последних достижений зарубежной науки читать студентам соответствующие лекционные курсы по акустике. Так, с 1932 по 1936 г. в качестве профессора он читал лекции по электроакустике в московских Электротехническом и Энергетическом институтах. Однако основная педагогическая деятельность Сергея Николаевича велась на протяжении более 50 лет в рамках сначала физико-математического, а затем физического факультета Московского университета. В 1924 г. он был зачислен в штат физико-математического факультета в качестве преподавателя. Через четыре года, в 1928 г., он стал доцентом. В 1931 г. физико-математический факультет МГУ был преобразован в физический факультет, и в 1934 г. С. Н. Ржевкин стал его профессором.

В те годы страна очень нуждалась в высококвалифицированных кадрах. Необходимо было решать многие важнейшие задачи, связанные с бурно развивающейся промышленностью, а также учитывать потребности обороны страны. Естественно, что Московский университет не мог остаться в стороне от решения этих задач. Начались поиски наиболее эффективных путей подготовки кадров. В качестве эксперимента было решено делить студентов старших курсов по так называемым «уклонам», которые, по существу, были прообразом современных специальных кафедр. В рамках каждого «уклона» объединялись преподаватели определенной физической специальности, которые и вели специальную подготовку студентов старших курсов. С. Н. Ржевкин попал на «уклон» электрических измерений, который был организован в 1924 г. одним из лебедевских учеников, впоследствии членом-корреспондентом АН СССР В. К. Аркадьевым. В состав коллектива входили будущие академик Б. А. Введенский, профессор К. Ф. Теодорчик и ряд других преподавателей.

С самого начала С. Н. Ржевкину было ясно, что акустика представляет собой самостоятельный раздел физической науки, который очень специфичен и имеет огромное практическое значение для многих отраслей народного хозяйства и культуры страны. Вместе с тем специалистов в этой области практически не было. Желая ликвидировать этот пробел, Сергей Николаевич выступил с предложением осуществлять на физико-математическом факультете МГУ подготовку специалистов в области акустики. Эта инициатива была поддержана, и в 1928 г. из лаборатории электрических измерений В. К. Аркадьева была выделена лаборатория электроакустики и слабых токов, которую и возглавил Сергей Николаевич. Так на физико-математическом факультете появился новый уклон — «уклон электроакустики», который занялся специализированной акустической подготовкой студентов старших курсов.

С. Н. Ржевкин справедливо считал, что при подготовке квалифицированных специалистов ни в коем случае нельзя ограничиваться лишь общетеоретическими дисциплинами. Он был убежден, что для успешного решения поставленной задачи будущие специалисты, работая в рамках «уклона», должны с самого начала активно участвовать в проведении научных исследований. Это было в духе и традициях лебедевской школы. Имея это в виду, Сергей Николаевич организовал в своей новой лаборатории проведение исследований в области электроакустики, ультразвук и акустических измерений.

«Электроакустический уклон» просуществовал всего три года (1928—1931 гг.). Однако и за этот короткий срок его окончила целая группа физиков-акустиков. Среди его первых выпускников были А. И. Бобров, А. В. Кожухов, И. С. Рабинович, И. Т. Соколов, Н. В. Соловьев и др., а также В. В. Фурдуев, окончивший «уклон» в качестве вольнослушателя. Большинство из них продолжило свою деятельность в специальном научно-исследователь-

ском институте прикладной механики. При этом их связи с научным руководителем не прерывались, так как С. Н. Ржевкин долгие годы работал консультантом этого института. Трудом этих первых молодых советских акустиков были проведены важные разработки в области ультразвука и гидроакустики. В. В. Фурдуев сумел организовать акустическую лабораторию в Кино-фото институте, и со временем стал крупным специалистом в области электроакустики.

Однако столь успешно начатая работа была непродолжительной. В 1931 г. произошло разделение физико-математического факультета на физический и механико-математический факультеты. Деканом физического факультета и директором существовавшего при нем Научно-исследовательского института физики стал Б. М. Гессен. Одной из его первых инициатив была ликвидация «уклона» и лаборатории электроакустики. Советской науке был нанесен заметный урон. Выпуск молодых физиков-акустиков был прекращен, несмотря на то, что физический факультет МГУ был единственным местом в стране, где была налажена и успешно осуществлялась подготовка специалистов такого профиля. С. Н. Ржевкин оказался не у дел. Он был вынужден перейти на кафедру, возглавлявшуюся будущим академиком Л. И. Мандельштамом. Здесь ему была предоставлена возможность заниматься лишь педагогической работой. Естественно, что такое положение вещей не могло удовлетворить Сергея Николаевича, который ясно видел всю нелепость создавшейся ситуации. Он решил продолжить работу по подготовке молодых акустиков. Для этой цели Сергей Николаевич начал брать к себе студентов старших курсов и предлагать им в качестве дипломной работы актуальные акустические темы. Экспериментальными базами для их выполнения были исследовательские лаборатории Дома звукозаписи, Кино-фото института и Рентгеновского института, с которыми С. Н. Ржевкин в течение многих лет поддерживал прочные связи. Позднее, начиная с 1935 г., для этих же целей он стал использовать свою акустическую лабораторию в Физическом институте АН СССР.

Вместе с тем все это были полумеры и они, конечно, не могли компенсировать плановую подготовку акустиков в МГУ. Сергей Николаевич не упускал ни одной возможности, чтобы официально ставить этот вопрос. Так, выступая на первой Всесоюзной акустической конференции в Ленинграде осенью 1931 г. с обзорным докладом, он отметил, что основные недостатки в планировании и организации работ по акустике в нашей стране прежде всего связаны с отсутствием кадров специалистов-акустиков широкого профиля. Он говорил: «Мы стоим сейчас перед фактом организационного оформления новой научно-технической дисциплины, которая претендует на независимое и самостоятельное существование, так как имеет ряд специфических особенностей, стесняющих ее развитие в рамках тех дисциплин, в которые акустика входит как часть, например, в рамках радиотехники, общей фи-

зики, медицины, физиологии и музыкальных наук. Настоятельно требуется синтез знаний этих областей, использование разнообразной методики и техники эксперимента, чтобы разобраться в сложных проблемах. Для этого необходимы кадры физиков-акустиков, инженеров-акустиков, архитекторов-акустиков и т. д. Создание таких кадров должно обеспечить развитие акустики и принести пользу народному хозяйству СССР»¹.

Вопрос о подготовке акустических кадров в еще более острой форме был поставлен в 1935 г. на 2-й Всесоюзной акустической конференции. Ее участники единодушно отметили, что преподавание акустики в вузах страны поставлено неудовлетворительно, недостает кадров квалифицированных преподавателей, а также отсутствуют программы специальных курсов. Организованная после конференции Акустическая комиссия Академии наук СССР, в работе которой с самого начала деятельное участие принял С. Н. Ржевкин, указала на необходимость подготовки кадров физиков-акустиков в Московском и Горьковском университетах, а также в Ленинградском политехническом институте.

Административная деятельность Б. М. Гессена в МГУ продолжалась 5 лет, вплоть до 1936 г., когда он был освобожден от руководства факультетом. Однако последствия его преобразований еще долго ощущались. Ведь хорошо известно, что погубить новое начинание несоизмеримо легче, чем затем его возродить. Восстановить акустическую специализацию и планомерную подготовку кадров в области акустики на факультете удалось лишь в 1943 г.

Злоключения С. Н. Ржевкина, связанные с закрытием его лаборатории акустики на физическом факультете МГУ в 1931 г., на этом не закончились. В 1937 г. необоснованно были свернуты его работы по ультразвуку в ФИАНе, затем, в 1940 г., последовало его устранение от руководящей роли в работах по акустике Дворца Советов.

Все эти события сильно выбивали из колеи, мешали спокойно жить и работать. Однако С. Н. Ржевкин не сдался перед этими искусственно создаваемыми трудностями. Он упорно искал и наконец нашел выход из создавшегося положения. Сергей Николаевич поделился возникшими трудностями со своим старым товарищем и коллегой по лебедевской школе, членом-корреспондентом АН СССР профессором А. С. Предводителевым, который возглавлял в то время физический факультет МГУ. У него он нашел полное понимание и поддержку. А. С. Предводителев предложил только что вернувшемуся из Казани С. Н. Ржевкину, где он был в эвакуации, организовать и возглавить на факультете кафедру акустики. С большой благодарностью и удовлетворением Сергей Николаевич принял это предложение. Осенью 1943 г. он покинул ФИАН и навсегда связал свою судьбу с физическим факультетом

¹ *Ржевкин С. Н.* 1-я Всесоюзная акустическая конференция // Сорена. 1931. № 2/3. С. 263.

Московского университета. Так, в 1943 г., здесь возникла первая в Советском Союзе кафедра акустики. В следующем, 1944 г. С. Н. Ржевкин был избран по конкурсу на должность ее заведующего. Этот пост он занимал более 30 лет, до 1975 г.

Начальные шаги кафедры акустики, которые пришлось на военные и первые послевоенные годы, были сопряжены с большими трудностями. Кафедра разместилась в старом здании физического института на Моховой, построенном еще в 1904 г. по проекту профессора Н. А. Умова. Ей были отведены две маленькие комнаты в подвальном этаже. Свой кабинет Сергей Николаевич организовал в помещении бывшей вентиляционной камеры, которая не имела окон. Поначалу в лаборатории не было не только оборудования, но даже и мебели. Так что все приходилось начинать в полном смысле слова с нуля.

Все же постепенно удалось создать небольшую лабораторию, развернуть в ней исследования и организовать учебный акустический практикум.

Однако вскоре возникли трудности уже другого порядка. В 1948 г. на физическом факультете было создано радиофизическое отделение, которое возглавил профессор С. Д. Гвоздовер.

В него вошли ряд кафедр радиофизического профиля, а также кафедра акустики. Первоначально предполагалось равноправное развитие всех объединенных научных направлений. Однако вскоре по инициативе заведующего отделением учебные планы и вся деятельность отделения были существенно изменены в пользу проблем электромагнитных колебаний и электроники. Акустика же, несмотря на свою ярко выраженную специфику и разнообразие областей практических применений, заняла второстепенное место и стала рассматриваться как незначительное ответвление от основного направления отделения. Естественно, что все это сильно сдерживало развитие научных исследований на кафедре и затрудняло подготовку специалистов, так как проведенные преобразования коснулись и учебных планов. Число часов на чисто акустические дисциплины было сильно сокращено, а вместо них будущие акус-



С. Н. Ржевкин — заведующий кафедрой акустики физического факультета МГУ (1946 г.)

тики были вынуждены изучать ряд узкоспециальных дисциплин, далеких от их будущей деятельности.

С. Н. Ржевкину пришлось вновь начинать борьбу за право акустики быть самостоятельной физической дисциплиной. Он подготовил ряд документов и направил их в различные руководящие инстанции, где убедительно обосновал значение акустических исследований не только с научной, но и прежде всего с практической точки зрения, показал значимость этих работ для самых различных областей народного хозяйства и обороны страны. Вместе с тем он обратил внимание на полное отсутствие планирования выпуска и дальнейшего практического использования молодых специалистов акустического профиля. При этом он отмечал, что основные проблемы здесь могут быть решены при помощи кафедры акустики МГУ, где к тому времени была создана солидная экспериментальная база, которая располагала достаточным количеством квалифицированных специалистов для подготовки молодых кадров.

В конце концов усилия С. Н. Ржевкина увенчались успехом. В 1963 г. Министерство высшего образования РСФСР создало представительное совещание для решения вопросов, связанных с подготовкой физиков со специализацией в области гидроакустики. Это совещание имело большое значение. Вскоре было принято решение, согласно которому с 1963 г. количество принимаемых на кафедру студентов было значительно увеличено. Аналогичные предписания получили Горьковский и Ленинградский университеты.

Теперь следует вернуться ко времени создания кафедры акустики на физическом факультете МГУ. Мы уже отмечали, что первоначально условия на ней были более чем скромными. Поэтому общий годичный выпуск акустиков в 1945—1947 гг. не превышал три—пять человек. Полного развития и расцвета кафедра акустики достигла лишь после переезда физического факультета в новое здание на Ленинских горах осенью 1953 г. Однако уже задолго до того основное внимание С. Н. Ржевкина было поглощено подготовкой к этому событию. Так, еще в 1948 г. Сергей Николаевич был утвержден членом научно-технического Совета по строительству нового здания Московского университета на Ленинских горах и председателем Комиссии по строительству нового здания физического факультета.

Естественно, что помимо общих вопросов С. Н. Ржевкин прежде всего был озабочен обеспечением будущих акустических исследований. Он старался полностью использовать открывшуюся уникальную возможность для того, чтобы обеспечить будущие работы невиданным доселе экспериментальным уровнем. Под его руководством для нового здания физического факультета были спроектированы, а затем и построены специальные помещения, хорошо приспособленные для самых разнообразных акустических измерений. Так, была создана большая звукомерная камера площадью 100 м², представляющая собой огромную железобетон-



С. Н. Ржевкин с сотрудниками кафедры акустики
физического факультета МГУ

Сидят (слева направо): В. С. Нестеров, И. В. Лебедева, К. А. Велижанина,
С. Н. Ржевкин, В. А. Красильников, Б. А. Шилов; стоят (слева направо): С. И. Вшивцев,
Ф. В. Рожин, А. Д. Хорьков, Л. Н. Захаров, К. М. Иванов-Шиц, Л. К. Зарембо

ную коробку весом около 250 т, которая в целях звукоизоляции была установлена на резиновых «рессорах». Она была рассчитана так, что создавала надежную звукоизоляцию для частот звукового диапазона и предназначалась для проведения разнообразных акустических измерений в условиях, близких к открытому пространству. При облицовке ее стен использовались специального типа звукопоглотители, изготовленные из стеклянной ваты. Камера была оборудована самыми разнообразными генераторами и приемными приборами. Такая камера была создана впервые в стране и вызвала очень большой интерес среди специалистов.

Вторым сооружением была реверберационная камера площадью около 50 м². Она обладала совершенно гладкими стенами и полом и в целях изоляции также была установлена на рессорах. Эта камера была предназначена для измерения коэффициента поглощения звука в диффузном поле и позволяла измерять весьма малые величины поглощения.

Не остались без внимания и гидроакустические исследования. Для их проведения в цокольном этаже здания физического факультета был сооружен специальный водный бассейн площадью 40 м². Помимо этого, под Москвой, на Клязьменском, а затем на

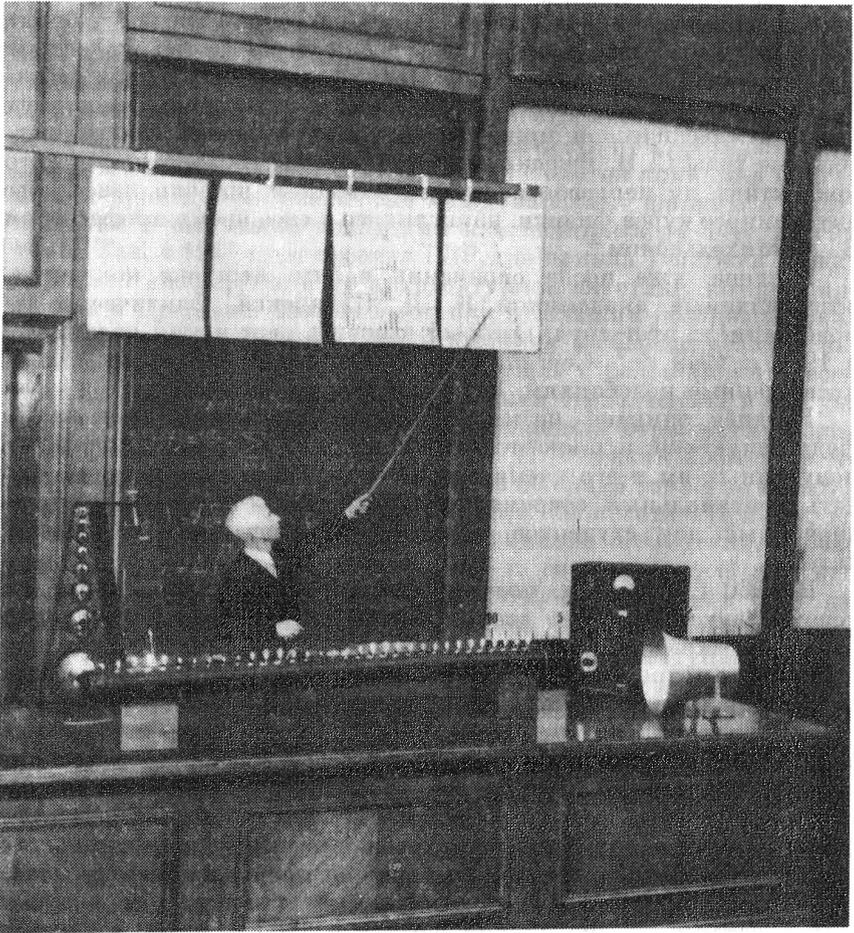
Пироговском водохранилищах Сергей Николаевич организовал водные полигоны, которые давали возможность проводить гидроакустические исследования в природных условиях. В создание и оборудование всех этих сооружений С. Н. Ржевкин вложил много выдумки и труда.

С. Н. Ржевкин считал, что кафедра должна готовить физиков-акустиков широкого профиля. В соответствии с этим и научные исследования на кафедре акустики были развернуты широким фронтом по целому ряду перспективных направлений. Это были прежде всего работы по архитектурной акустике и связанные с нею развитие теории звука, волноводов и диссипативных систем, подводящие итоги многолетним исследования С. Н. Ржевкина по резонансным звукопоглотителям. Были поставлены исследования в области ультразвука, в результате которых удалось разработать оптические методы визуализации ультразвуковых полей.

Особенно широкое развитие получили работы по гидроакустике. Во всех этих работах непосредственное участие принимали студенты старших курсов, дипломники и аспиранты. Это давало им возможность не только получать глубокие теоретические знания, но и принимать непосредственное участие в исследованиях, проводимых по самой актуальной тематике. Не удивительно поэтому, что результаты многих дипломных работ, выполненных студентами на кафедре акустики, систематически печатались в центральных научных журналах.

Верный традициям лебедевской школы, С. Н. Ржевкин придавал большое значение проведению научных семинаров. Получив в свое время очень многое от участия в семинарах, руководимых П. Н. Лебедевым и П. П. Лазаревым, он всегда стремился вовлечь молодежь в активное обсуждение реферативных докладов и в особенности сообщений, построенных на собственных оригинальных результатах. При этом Сергей Николаевич внимательно следил за поддержанием обстановки, обеспечивающей самое демократичное обсуждение научных проблем. Сам он никогда не давил своим авторитетом, не показывал своего превосходства, внимательно и уважительно относился к мнению не только молодых сотрудников, но и студентов. С. Н. Ржевкин был очень щепетилен в своих публикациях и всегда настаивал на том, чтобы его фамилия шла в алфавитном порядке среди фамилий соавторов.

Его многолетний сотрудник профессор Н. Н. Малов писал: «С благодарностью вспоминаю, что при публикации наших результатов Сергей Николаевич отказывался от авторства части работ, учитывая, что его молодым сотрудникам нужна самостоятельность. Он также часто рекомендовал руководству посылать на конференции с докладами кого-либо из молодежи. При редких конфликтах с администрацией Сергей Николаевич всегда вступался за молодых. Помню, как-то раз к нам привели молодого француза, ничем особым себя не проявившего (судя по его публикациям). Я показал ему конструкцию одного прибора, которая ему понравив-



Профессор С. Н. Ржевкин читает лекцию по акустике
в центральной физической аудитории физического факультета МГУ

лась. Он покровительственно похлопал меня по плечу и сказал несколько похвальных слов. Мне такое панибратство не понравилось, и я, отвечая ему, также похлопал его. На следующий день меня вызвали к директору и сделали резкое замечание „за неуважительное обращение с иностранцем“. Я резко ответил, что иностранец ничем не лучше меня, а подхалимством я заниматься не собираюсь. Получился скандал, мне грозил выговор. Сергей Николаевич сразу встал на мою сторону и добился того, что эту историю замяли». Этот случай очень типичен для С. Н. Ржевкина.

С. Н. Ржевкин хорошо понимал, что для организации эффективной подготовки научных кадров нужны современные учебники и крупные обзорные работы. Эти соображения всегда побуждали его уделять большое внимание созданию подобных трудов. Выше мы уже отмечали важность и своевременность появления двух изданий классической монографии «Слух и речь ...». В предвоенные годы С. Н. Ржевкин принял участие в работе авторского коллектива по переработке и модернизации широко известного двухтомного курса физики, написанного в свое время профессором В. А. Михельсоном².

Позднее, уже после окончания войны, этот же коллектив, возглавляемый академиком Н. Д. Папалекси, фактически заново написал этот труд, который вышел в свет двумя изданиями в 1948 и 1949 гг.³ Сергей Николаевич написал для них главы, посвященные колебаниям, волнам и акустике.

Позднее, опираясь на многолетний опыт преподавания на кафедре акустики, а также на большое число важных результатов, полученных им и его учениками, Сергей Николаевич решил создать оригинальный современный учебник по акустике, предназначенный для студентов физических специальностей университетов.

В 1960 г. его труд, получивший название «Курс лекций по теории звука»⁴, увидел свет. Он вышел под редакцией ученика С. Н. Ржевкина К. М. Иванова-Шиц. Характерной особенностью курса было подробное освещение физических предпосылок, необходимых для вывода теоретических соотношений, и доведение теории до результатов, позволяющих получать решения конкретных задач. Созданный им учебник не имел аналогов в мировой литературе. В течение многих лет он служит основным пособием по курсу теории звука для студентов физического факультета МГУ, а также используется как учебное пособие в других высших учебных заведениях страны, где ведется преподавание акустики. Вскоре учебник С. Н. Ржевкина стал известен и за рубежом. Он был переведен на английский язык и в 1963 г. издан в Англии издательством «Pergamon Press»⁵. Его редактором был известный английский акустик профессор Саутгемптонского университета Ф. Доун. В 1968 г. сотрудница С. Н. Ржевкина И. В. Лебедева была в командировке в Англии, где посетила этот университет. Она вспоминала, что там хорошо знали и высоко ценили книгу Сергея Николаевича. В библиотеке было несколько экземпляров, но они всегда были на руках: так велик был спрос на этот труд. Таким образом, учебник быстро нашел и своего зарубежного читателя.

² *Михельсон В. А.* Физика. 10-е изд., доп. и перераб. М.: Гостехтеориздат, 1939. Т. 1. С. 157–260.

³ Курс физики / Под ред. Н. Д. Папалекси. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1948. Т. 1, гл. 11–12. С. 249–382; 2-е изд. 1949.

⁴ *Ржевкин С. Н.* Курс лекций по теории звука. М.: Изд-во МГУ, 1960. 336 с.

⁵ *Rzevkín S. N.* The course of lectures on the theory of sound. L.: Pergamon Press, 1963. 464 p.

Большое внимание С. Н. Ржевкин уделял международным связям. Он старался использовать их для пропаганды достижений советской науки, о которых, как правило, мало знали за рубежом. С другой стороны, Сергей Николаевич стремился перенять зарубежный опыт и максимально использовать его при проведении собственных исследований. С. Н. Ржевкин с охотой принимал приглашения приехать на различные международные форумы и выступить там с заказными докладами или лекциями на акустические темы. Так, в 1957 г. он посетил ГДР, где принял участие в Международной конференции по архитектурной акустике, которая проходила в Дрездене. Там он выступил с большим обзорным докладом о своих оригинальных исследованиях в области резонансных звукопоглотителей. Доклад был выслушан с большим интересом, так как фундаментальные работы Сергея Николаевича и его учеников в этой области практически не нашли отражения в зарубежной литературе. В том же году С. Н. Ржевкин побывал в Чехословакии, где прочитал ряд докладов и лекций также по архитектурной акустике. В следующем, 1958 г. он посетил Польшу, где принял участие в Международном семинаре по акустике, проводившемся в городе Ольштин. 1959 г. ознаменовался для него двумя поездками. Сначала Ржевкин был приглашен в ФРГ для участия в Международном акустическом конгрессе, который проходил в Штутгарте. Здесь Сергей Николаевич выступил с докладом об обнаруженных им новых явлениях, возникающих при распространении ультразвука в оболочках в твердых телах. Затем последовало вторичное посещение Польши. На этот раз это была Варшава. С. Н. Ржевкин был приглашен в Институт основных проблем техники Польской академии наук, где рассказал о последних советских достижениях в области акустики. В 1971 г. состоялась последняя зарубежная поездка С. Н. Ржевкина. Он посетил Венгрию, куда приехал с докладом на Международный конгресс по акустике, который проходил в Будапеште.

К своим зарубежным поездкам Сергей Николаевич готовился самым тщательнейшим образом, отчетливо понимая, что там он не только поддерживает свое доброе имя ученого, но и является полномочным представителем страны, которую всегда считал необходимым показывать самым лучшим образом. Так было и с Международным акустическим конгрессом, который должен был проходить в Бельгии в 1965 г. Считая выступление на этом форуме очень важным, Сергей Николаевич около года был занят подготовкой к своему докладу. Ему был уже известен день и час своего доклада в Брюсселе. Однако за сутки до отлета Ржевкина поставили в известность, что поездка отменяется из-за нерасторопности бюрократов-чиновников Министерства высшего образования СССР, не позаботившихся о своевременном оформлении его визы. Этот случай очень огорчил Сергея Николаевича. Жалко было затраченного труда, жалко было, что последние советские акустические достижения не будут вовремя доведены до сведения миро-



Посещение кафедры акустики физического факультета МГУ
профессором Г. Кнезером (ФРГ, Штутгарт):
С. Н. Ржевкин, Г. Кнезер, К. А. Велижанина

вой научной общественности. Насколько известно, никто из министерских клерков так и не был наказан за свою безответственность.

Благодаря своим фундаментальным работам и блестящим зарубежным докладам Сергей Николаевич приобрел широкую известность и популярность в среде акустиков всего мира. Каждый из видных физиков-акустиков, приезжавших в нашу страну, прежде всего стремился повидать С. Н. Ржевкина, посетить его кафедру в МГУ и познакомиться с проводимыми там исследованиями.

Среди известных зарубежных ученых, посетивших кафедру акустики на физическом факультете МГУ, можно назвать П. Бикара (Франция), Г. Кнезера и Э. Майера (ФРГ), В. Рейхарда (ГДР), Г. Лемба (Англия), Д. Сетте (Италия), Л. Беранэка, Р. Болта, Р. Бейера и Т. Литовица (США), Т. Торноци и Г. Бекешы (Венгрия), И. Славика и Ф. Кольмера (Чехословакия), И. Малецкого (Польша) и др. Всем им на кафедре был оказан должный прием, иностранные ученые получали необходимую для них информацию и потом с благодарностью вспоминали маститого коллегу и гостеприимного хозяина. Они высоко оценивали

постановку учебной и научной работы в коллективе, возглавляемом С. Н. Ржевкиным.

Созданная на физическом факультете МГУ трудами С. Н. Ржевкина кафедра акустики сделалась подлинной кузницей акустических кадров. В 1981 г., уже после кончины Сергея Николаевича, в Москве состоялась X Всесоюзная акустическая конференция. В докладе, посвященном памяти С. Н. Ржевкина, который сделал его ученик К. В. Чернышов, говорилось: «К настоящему времени кафедру закончили свыше 600 студентов, большое число аспирантов и стажеров. В их числе представители разных советских республик, социалистических и развивающихся стран. Подавляющее большинство окончивших кафедру остались верны избранной профессии, некоторые из них занимают ответственные посты в научных учреждениях различного профиля». Что же касается самого создателя этого коллектива, то о нем очень хорошо написал в своих воспоминаниях Ю. М. Сухаревский: «Трудно переоценить вклад Сергея Николаевича в отечественную акустическую науку. Здесь ярко проявилась его увлеченность идеей, его способность отдавать себя идее всего без остатка, способность не отступать перед трудностями, не обращая внимания на возраст и состояние здоровья». Именно таким запомнился авторам этой книги Сергей Николаевич Ржевкин.

В заключение этой главы следует сказать несколько слов о весьма разнообразной и плодотворной научно-общественной деятельности С. Н. Ржевкина. В течение многих лет он был активным членом Общества по распространению политических и научных знаний и многократно выступал перед самыми различными аудиториями с разнообразными лекциями и докладами. С момента её основания (1935 г.) и до конца своей жизни он входил в состав Акустической комиссии АН СССР, преобразованной затем в Научный совет по акустике. С 1955 по 1981 г. С. Н. Ржевкин состоял членом редколлегии Акустического журнала АН СССР. Одновременно он работал членом Комиссии по бионике при Министерстве высшего и среднего специального образования СССР, членом Ученого совета Акустического института и членом Совета АН СССР по ультразвуку. И везде эта деятельность была не номинальной, а приносила реальные результаты на благо науки и при подготовке квалифицированных кадров. Так, в частности, при его деятельном участии были организованы и проведены четыре Всесоюзные акустические конференции (1935, 1957, 1958 и 1968 гг.), причем три последние проходили на физическом факультете МГУ.

Жизнь, отданная людям

Наш рассказ был бы неполным и схематичным, если специально не остановиться на человеческих качествах С. Н. Ржевкина, не рассказать о его интересах и поведении в быту. Сергей Николаевич был ярким представителем русской интеллигенции, которой всегда была присуща высокая образованность, глубокая культура, преданность высоким идеалам, беззаветная любовь к Родине. Его характерной чертой был искренний, глубокий интерес и преданность науке, которые составляли основное содержание его жизни. О волновавших его научных проблемах он думал всегда, не умел делить свои дни на будни и воскресенья. С. Н. Ржевкин не любил отпуска. Вместо отдыха он старался уехать в экспедицию со своими сотрудниками и там продолжать работу. В последние годы в зимние месяцы Сергей Николаевич ездил в подмосковный пансионат «Березки» на Клязьменском водохранилище, а летом в дом отдыха МГУ «Красновидово» под Можайском. При этом он всегда брал с собой небольшой складной стол, за которым работал с раннего утра и до вечера. Окружающие люди и близкие удивлялись, что он мало гуляет и не использует краткие дни отдыха для своего здоровья. В ответ на это Сергей Николаевич неизменно говорил, что прогулки и свежий воздух не приносят ему такого удовлетворения, как научный труд, который для него является тем же отдыхом. И это были не слова, не поза, а органическая потребность. Такого ритма работы Сергей Николаевич придерживался всю жизнь. Е. С. Ржевкина вспоминала: «Папа всегда был увлечен наукой — она для него была смыслом жизни. Дома мы всегда видели его сидящим за своим письменным столом и пишущим, пишущим без усталости свои труды, доклады, заметки . . . Он бывал настолько увлечен своим делом, что для него не существовали ни бытовые неудобства, ни шум, ни какие-либо другие помехи. Вместе с тем он обо всех нас думал, заботился. Причем делал это без суеты, не афишируя своего внимания. На самом же деле он всегда существенно помогал всем и морально и материально, не поощряя лишь легкомысленных трат. Прожив всю жизнь чрезвычайно скромно, он не понимал страсти к приобретательству и к каким-либо излишествам. В семье никогда не велось разговоров о деньгах. Всю нашу жизнь он служил для нас высоким образцом Человека и Ученого».

Вместе с тем невозможно представить С. Н. Ржевкина в виде классического ученого-схимника, у которого не было иных жизненных интересов помимо науки. Ему был свойствен оптимизм и страстная любовь к жизни. Мы уже имели случай рассказать о его большой приверженности к музыке и пению. В семье Ржевкиных часто собирались друзья и знакомые. При этом нередко устраивались музыкальные вечера. В качестве аккомпаниатора



С. Н. Ржевкин на концерте художественной самодеятельности
исполняет арию индийского гостя
из оперы Н. А. Римского-Корсакова «Садко»
(1947 г.)

чаще всего выступала профессиональная пианистка Н. П. Кравкова — жена товарища Сергея Николаевича, крупного специалиста по физиологической оптике, члена-корреспондента АН СССР С. В. Кравкова. С вокальными номерами выступал сам Сергей Николаевич, певица Е. А. Андреева-Рябова (жена физиолога и хирурга Л. А. Андреева), играл на рояле Ю. М. Сухаревский. Е. С. Ржевкина вспоминала: «Жили мы тогда очень скромно, недостаток был небольшой, но родители были оптимистами и необыкновенно бескорытными людьми, так что в доме всегда царил обстановка любви, гостеприимства, радости и живого интереса ко всему».

Профессор Н. Н. Малов вспоминал, что Сергей Николаевич был не чужд музыкальным и литературным интересам и охотно делился впечатлениями о концертах и спектаклях, на которых ему довелось побывать, и о прочитанных книгах. Несмотря на вечную занятость, он находил время пойти послушать своих любимых певцов, систематически покупал абонементы в консерваторию. Его неизменной спутницей была любимая дочь — Елена Сергеевна,

с которой Сергей Николаевич был очень близок всю жизнь. Она писала: «Одно из ярких воспоминаний — совместные походы с папой в Дом ученых. Это началось еще до войны. Папа знал, что я люблю танцевать, записался вместе со мною в кружок балльных танцев, которым в то время руководил бывший артист Большого театра Лаврентьев. Мы с папой так хорошо танцевали, что однажды получили первый приз за вальс-бостон. Я — большого шоколадного зайца, папа — бутылку шампанского. Радости моей не было границ и не только от того, что мы — лучшие, но и от того, что у нас с папой одно общее увлечение».

В 30-е годы Сергей Николаевич увлекался альпинизмом и ежегодно путешествовал по горным районам Теберды и Эльбруса, совершал дальние экскурсии на ледники и перевалы. Однажды в составе альпинистской группы он даже совершил восхождение на Кавказский пик Суфруджу. Ко всем своим увлечениям С. Н. Ржевкин относился с большой серьезностью и все делал весьма обстоятельно. Он очень любил рыбную ловлю и приобрел для этой цели самое разнообразное снаряжение. Однако рыбацкое счастье очень редко улыбалось ему. В семье могли вспомнить лишь одного угря, которого Сергею Николаевичу удалось изловить во время командировки в Каунас. Больше рыба к нему не шла, и он с грустным юмором признавался в своей неудачливой судьбе рыболова. Эту страсть к рыбной ловле он сумел передать своему сыну К. С. Ржевкину.

В течение четырех лет (1968—1972 гг.) С. Н. Ржевкин увлекался изучением «речи» дельфинов. В этом ему очень помогал А. С. Шейн, который заведовал научной базой в Крыму, где был дельфинарий. Сохранился интересный снимок, на котором Сергей Николаевич и выскочивший из воды дельфин «улыбаются» друг другу. Ржевкиным была разработана целая программа научных исследований в этой области. К сожалению, ей не суждено было осуществиться из-за преждевременной кончины А. С. Шейна.

Были и другие увлечения. Так, задолго до войны Сергей Николаевич очень заинтересовался филателией и стал усердно собирать почтовые марки России, союзных республик времен гражданской войны и марки Советского Союза. В те времена специализированных альбомов для марок не существовало и он воспользовался обычными тетрадями для рисования, которые с величайшей тщательностью разграфил и подписал в полном соответствии с первым советским филателистическим каталогом, составленным Ф. Г. Чучиным. В послевоенные годы интерес к маркам постепенно угас. Однако Сергей Николаевич всегда с большой охотой и интересом демонстрировал желающим свое собрание.

С. Н. Ржевкин, как правило, очень мало рассказывал о себе. Однако в молодости во время путешествий, а также в более поздние годы, бывая в заграничных поездках, он всегда вел подробный дневник. Сергей Николаевич очень бережно относился к фото-

графиям и с большой тщательностью размещал их в хронологическом порядке в своих многочисленных альбомах, сопровождая снимки поясняющими подписями. У него всегда было неизменное желание сохранить в документах наиболее памятные события своей жизни.

С. Н. Ржевкин очень ценил близких ему по духу людей. У него было немало друзей и хороших знакомых. Со многими из них он поддерживал дружеские отношения всю жизнь. Его ученик, профессор Н. Н. Малов вспоминал: «С. Н. Ржевкин был очень дружен со своими сверстниками Б. А. Введенским, К. Ф. Теодорчиком, Ю. П. Симановым. Все они были моими учителями в МГУ, и у них я учился не только науке, но и принципиальности в житейских вопросах и интеллигентности. Всем им, особенно Сергею Николаевичу, большое спасибо за это».

Мы уже говорили о прекрасном знании С. Н. Ржевкиным трех основных европейских языков. На важность их освоения он всегда указывал своим ученикам. Не удивительно, что ему хотелось, чтобы и дети преуспели в этом направлении. Е. С. Ржевкина вспоминала: «После войны мы с папой ходили в Дом ученых в кружок немецкого языка. Папе хотелось, чтобы я лучше овладела разговорной речью, и мы, возвращаясь с занятий домой, говорили только по-немецки. Вспоминаю зимнюю заснеженную Кропоткинскую и как мы идем вниз к метро и смеемся, разговаривая о всяких пустяках на немецком языке, лишь бы все было понятно и без ошибок. Папа всегда, и со мной тоже, вел беседу на равных и никогда не показывал своего превосходства, хотя языки знал прекрасно». Усилия Сергея Николаевича не пропали даром. Они оказали большое влияние на дальнейшую судьбу его дочери, которая со временем стала квалифицированным преподавателем немецкого языка.

С. Н. Ржевкин был человеком высокого нравственного долга и большой доброты. Эти качества не сразу бросались в глаза посторонним людям. Они маскировались внешней сдержанностью, суховатостью и даже суровостью. Однако хорошо знавшие его люди непрерывно сталкивались с его неизменной доброжелательностью, большой человеческой добротой и отзывчивостью. Примеров тому можно привести множество. Так, в 1930 г. в период страшного голода на Украине, возвращаясь с работы, Сергей Николаевич в подъезде своего дома обнаружил полуживую женщину. Оказалось, что у нее вся семья вымерла в одном из украинских сел, а она в надежде получить хоть какую-то работу добралась до Москвы. Однако устроиться ей нигде не удалось, так как у нее не было паспорта. Без долгих рассуждений Ржевкины приютили ее у себя, и она прожила в их семье около полутора лет. Очень долго потом они получали благодарственные письма, а однажды с оказией спасенная женщина прислала им гуся.

Елена Сергеевна вспоминала: «В черные годы сталинского режима в нашей квартире находили приют и теплый прием многие безвинно пострадавшие люди, жены репрессированных ученых,

которым в то время нельзя было жить в Москве (жена академика М. В. Шулейкина, жена инженера Лаврова). Позднее папа помогал этим несправедливо обиженным найти работу, по возможности поддерживал их материально». В те годы на это нужно было иметь большое мужество. Ведь Сергей Николаевич рисковал не только собственной жизнью, но жизнью и благополучием своей семьи.

Специального внимания заслуживает рассказ о судьбе инженера-физика, сотрудника Института ядерной физики МГУ Л. Г. Мищенко, в жизни которого С. Н. Ржевкин сыграл исключительную роль. Воспоминания Л. Г. Мищенко заслуживают того, чтобы их привести почти полностью, так как в них очень рельефно показана доброта, бескорыстие и самоотверженность Сергея Николаевича: «С. Н. Ржевкин был университетским товарищем моего отца. После ранней смерти моих родителей (в 1921 году, мне было тогда четыре года) я остался на руках бабушки, получавшей мизерную пенсию. И тогда Сергей Николаевич разделил заботу о нашем материальном положении и моем воспитании с тремя другими друзьями юности моих отца и матери. Вплоть до конца моего детства он неуклонно и регулярно каждый месяц помогал нам деньгами и внимательно следил за моим образованием и интересами. Он дарил мне книги, игры, спрашивал о занятиях; подарив фотоаппарат и фотопринадлежности, преподал мне начатки фотографии и так далее. Помимо этого он оказывал нам помощь во всевозможных хлопотах и затруднениях.

Забота его проявлялась всегда как-то „между делом“, естественно и непринужденно, как нечто само собой разумеющееся. Понятно поэтому, что с моего раннего детства и до конца его жизни я относился к нему как к родному и с безграничным уважением. Он продолжал вникать в нужды и сложности моей семьи и тогда, когда я стал взрослым. А сложности были немалые. После войны я был репрессирован. Сергей Николаевич писал мне в лагерь и продолжал заботиться о моих близких. Когда моя жена сказала ему, что хочет попытаться увидеться со мной в лагере (что в сороковые годы было предприятием совсем безнадежным), Сергей Николаевич тут же безвозмездно снабдил ее деньгами на это дальнейшее путешествие. А в 1954 году, когда я, выйдя из заключения, не имел права возвратиться в Москву, он порекомендовал меня калининским родным его жены, Веры Иосифовны, и я получил у них теплый прием и гостеприимство на первое время моего „полугражданского“ состояния. Когда я нелегально наезжал в Москву, двери дома Сергея Николаевича и его семьи всегда открывались для меня с полным радушием.

Во время длительных (почти двухлетних) безуспешных поисков работы (мне везде отказывали от имевшихся вакансий, ознакомившись с моей биографией) Сергей Николаевич подарил нам с женой крупную сумму денег, а затем организовал мне возможность заработка в Реферативном журнале „Физика“. Узнав, что этот журнал отказался от моих услуг в качестве внештат-

ного референта (по все той же упомянутой выше причине), Сергей Николаевич стал брать там для меня статьи на свое имя. Я их реферировал, он получал гонорар и передавал мне. Такая система действовала у нас три года, до моей реабилитации, когда, наконец, я и сам был допущен в журнал.

В течение всех дальнейших лет нашего знакомства Сергей Николаевич так же живо принимал участие в делах нашей семьи. Встречи наши всегда были сердечными. И я знаю, что не только в моей памяти но и в памяти очень многих других людей Сергей Николаевич сохранился как человек редкостной принципиальности, гражданского мужества, независимости суждений и доброй готовности протянуть руку поддержки тем, кто нуждается в помощи».

С. Н. Ржевкин был человеком крепкого здоровья. Он не дожил всего несколько месяцев до своего 90-летия. Один из авторов (Л. Л.) отдыхал с ним в его любимом пансионате «Березки» зимой в конце 70-х годов, когда ему уже было более 85 лет. Утром была совершена совместная лыжная прогулка на расстояние более 10 километров, которое Сергей Николаевич преодолел удивительно легко. А вечером, как ни в чем не бывало, он очень изящно и с большим задором много танцевал с женой своего спутника.

Сергей Николаевич был человеком очень скромным. За свои научные и педагогические заслуги он был награжден орденами Ленина, Знак Почета, медалью «За доблестный труд» и другими медалями. Ему было присвоено звание Заслуженного деятеля науки РСФСР. Несмотря на существовавший в послевоенные годы обычай, свои награды он никогда не носил и о них не вспоминал. Один из авторов (Л. Л.) видел его при всех регалиях лишь один раз, когда Ржевкин был приглашен в президиум торжественного заседания коллектива физического факультета МГУ в 1965 г. в честь 20-летия Дня Победы. Смущаясь, Сергей Николаевич сказал, что его специально просили это сделать, учитывая торжественность момента.

Сергей Николаевич очень рано поседел; его голова была ослепительно белой. Это придавало его облику особую красоту и благородство. Он был худощав, высокого роста, всегда подтянут, хорошо; и, что особенно бросалось в глаза, аккуратно и тщательно одет. Это придавало его облику не только привлекательность, но и одновременно некоторую сухость и официальность. Однако при общении с ним это впечатление очень быстро исчезало, и беседа всегда носила непринужденный и содержательный характер. Его вежливость, предупредительность и воспитанность были выше всяких похвал. Вместе с тем он их никогда не подчеркивал, поведение его было простым и естественным.

Выше уже отмечалось, что со всеми людьми, несмотря на их положение и возраст, он разговаривал «на равных». Один из авторов (Л. Л.) был знаком с С. Н. Ржевкиным со своего раннего возраста, так как последний долгие годы работал вместе и был дружен

с его отцом профессором В. Л. Левшиным. В последнее десятилетие жизни С. Н. Ржевкина отношения с Л. В. Левшиным стали особенно близкими и доверительными. Эти годы были сильно омрачены тяжелыми отношениями, которые сложились у Сергея Николаевича с деканом физического факультета МГУ профессором В. С. Фурсовым. В результате возникало много препятствий на его пути, что неминуемо отражалось на работе руководимого им коллектива. Дело доходило до того, что С. Н. Ржевкин был вынужден направлять сотрудников в командировку за свой счет. Сергей Николаевич очень переживал эти недоразумения. Последние годы он не мог заснуть без большой дозы снотворного. Однако С. Н. Ржевкин был человеком мужественным и твердым. Несмотря ни на что, он не складывал оружия. Исходя из огромной практической важности проводимых работ для обороны страны, он не уставал обращаться за помощью не только к руководству университета, но и в гораздо более высокие инстанции. Иногда ему везло и дело удавалось сдвинуть с мертвой точки. Несмотря на то, что один из авторов (Л. Л.) годился ему в сыновья, Сергей Николаевич, учитывая большой опыт его общественной работы, регулярно обращался к нему за советами, делился своими трудностями и некоторыми сокровенными мыслями. Такое положение поражало автора этих строк, так как было неожиданно и очень не характерно для Сергея Николаевича. Оно вызывало чувство большой ответственности перед ним, изо всех сил хотелось не обмануть его доверия. Все это особенно удивительно, если обратиться к воспоминаниям его дочери Елены Сергеевны, которая писала: «Под некоторой внешней сдержанностью папы скрывался необыкновенно мягкий, доверчивый и очень добрый человек. В семье папа был любим и уважаем всеми. Он никогда не позволял себе в чем-либо распустить, на что-либо пожаловаться, что-нибудь потребовать для себя. Его скромность в быту, нетребовательность, деликатность, умение всегда быть в хорошем настроении, заботиться и подбадривать еще и домашних, вызвала удивление и восхищение всех близких. Даже в тяжелые годы, когда ему пришлось оставить руководство кафедрой, я не видела внешних проявлений той трагедии, которая происходила в его душе. Он был как всегда спокоен, ровен, необыкновенно выдержан в отношениях со всеми, не позволял себе никаких жалоб, недоброжелательных высказываний и раздражения, и считал, что он не имеет права на плохое настроение. Считал, что все плохое, что происходит лично с ним, он должен пережить только сам. И только сейчас, анализируя все, что ему пришлось перенести, я думаю о том, какой силой воли должен обладать человек, чтобы выстоять и остаться сильным, убежденным в своей правоте ученым, заботящимся в первую очередь не о себе и своем имени, а о реализации своего научного направления, о пользе, которую он может принести Родине».

Сергей Николаевич был беспартийным и никогда не говорил на эту тему. Однако, по-видимому, это было связано с тем, что многого из того, что происходило в стране, он не принимал и не воспри-

нимал. Ведь его самоотверженная помощь многим репрессированным и их семьям была не только актом собственного добросердечия и благородства, но и мужественным молчаливым протестом против происходящего. Претила ему и развернутая в 50-х годах борьба с космополитизмом. Сергей Николаевич был твердо убежден, что естественные науки не могут быть партийными и что наивно и неправильно считать, что все лучшее, что создало человечество в области науки, техники, литературы и искусства, обязательно должно иметь русские корни. Вместе с тем Сергей Николаевич был истинным русским патриотом. Чувство беззаветной любви к Отечеству было в высшей степени характерно для него. Он отдавал науке всего себя и не очень заботился о том, кто подпишется под его результатами или воспользуется его идеями. Для него было важнее, чтобы его предложения и мысли были реализованы и принесли ощутимую пользу Родине.

Всю жизнь Сергей Николаевич очень интересовался политикой и имел собственное суждение по каждому вопросу. Вместе с тем он никогда не был категоричен в своих взглядах, очень тактично и деликатно излагал свою точку зрения, оставляя собеседнику возможность уважать себя, даже в тех случаях, когда он был и не прав. При этом Сергей Николаевич очень не любил беспредметных споров, всегда уходил от них. Однако в вопросах науки всегда был принципиален, последователен и настойчив. Профессор Н. Н. Малов писал про С. Н. Ржевкина: «Настроенный вполне лояльно по отношению к властям, он мог резко критиковать отдельные мероприятия (в частности, касающиеся жизни высшей школы), если считал их ошибочными. Он охотно выслушивал (и сам рассказывал) шутки, если они были остроумны и не злы».

Несмотря на крепкое здоровье и тренированность, годы и большие душевные переживания последнего периода жизни брали свое. В конце 1980 г. Сергея Николаевича положили в больницу с острым приступом параксимальной тахикардии. Кроме того, в 1980 гг. он перенес тяжелую полостную операцию, во время которой при переливании крови по небрежности медицинского персонала был заражен инфекционным гепатитом. Е.С. Ржевкина так описывает последний период жизни Сергея Николаевича: «Идя на серьезную операцию, несмотря на преклонный возраст, папа думал только о жизни, о том, чтобы еще работать и приносить пользу науке. Он был глубоко убежден в том, что увидит результаты своего труда. Он никогда не говорил о смерти. Выйдя из больницы после операции, он без всякой передышки приступил к работе. Ежедневно, в течение трех месяцев, городским транспортом, с пересадками добираясь до университета, он никому не показывал своего недомогания. Но зараженная инфекционным гепатитом кровь, перелитая ему во время операции, уже обрекла его. Смерть подкрадывалась незаметно как для него, так и для нас. Уже будучи в инфекционном отделении Боткинской больницы, слабеющей рукой писал он записки с тревогой о работе. Вот одна из них:

„Скажите, пожалуйста, Захарову ¹, что я задержусь в больнице дольше, чем предполагал, поэтому хотелось бы, чтобы решение вопроса по ЗИЛ ² перенесли с января на февраль“. А 7 января его не стало. Еще на прошлой неделе мы получили от него поздравление с Новым годом, с надеждами и светлыми, радостными пожеланиями. Еще 6-го вечером папа говорил с Кирой (сын С. Н. Ржевкина. — *Авт.*) о прошлом и настоящем. Лечащий врач сказала, что в ее практике крайне редкий случай, когда при этой болезни мозг не отказывал до последней минуты — в большинстве случаев он поражается в первую очередь».

7 января 1981 г. перестало биться сердце крупного русского ученого-физика, заложившего основы экспериментальных исследований в области акустики в нашей стране. Сергей Николаевич Ржевкин похоронен в Москве, на Ваганьковском кладбище. Его имя навечно вошло в историю отечественной и мировой науки.

¹ Л. Н. Захаров — доктор физико-математических наук, один из учеников и ближайших помощников С. Н. Ржевкина на физическом факультете МГУ.

² В то время кафедра акустики под руководством Сергея Николаевича начинала специальные акустические исследования, очень важные для новых практических разработок Московского автомобильного завода им. Лихачева.

Основные даты жизни и деятельности С. Н. Ржевкина

- 1891 — Сергей Николаевич Ржевкин родился 21 июля н. ст. в селе Тропарево Можайского уезда Московской губернии (ныне области) в семье земского врача.
- 1902 — 1909 — Годы учения во 2-й Московской гимназии.
- 1909 — 1914 — Годы учения на физико-математическом факультете Московского университета.
- 1911 — Начало научной работы в физической лаборатории П. Н. Лебедева под руководством П. П. Лазарева.
- 1912 — Морское путешествие от Одессы до Владивостока с месячной остановкой в Индии и на Цейлоне.
- 1914 — Окончание Московского университета по специальности физика с дипломом I степени.
- 1914 — 1916 — Призыв в армию в качестве вольноопределяющегося. После начала I Мировой войны в августе 1914 г. зачисление в 1-й запасной телеграфный батальон, а в 1916 г. произведен в чин прапорщика инженерных войск.
- 1915 — Исследования по электризации проволочных заграждений.
- 1916 — 1918 — Служба в телеграфных и радиотелеграфных частях в действующей армии.
- 1917 (октябрь—ноябрь) — Делегат от Северного фронта на Военном радиотехническом съезде в Петрограде. Избрание членом Военного радиотехнического комитета при ставке Верховного главнокомандующего (г. Могилев).
- 1918 — Демобилизация из армии.
- 1918 — 1919 — Ассистент Петровской сельскохозяйственной академии (ныне ВАСХНИЛ им. К. А. Тимирязева) по кафедре физики.
- 1919 — Женитьба на Вере Иосифовне Свицкерской. Призыв на военную службу в Красную Армию.
- 1919 — 1923 — Научный сотрудник Военной радиотехнической лаборатории Главного военно-инженерного управления (г. Москва), где занимался радиотехническими проблемами и вопросами акустики.
- 1920 — Публикация первой научной работы «О природе консонанса и диссонанса». Открытие явлений прерывистых релаксационных колебаний в схеме генератора с катодными лампами.
- 1920 — 1922 — Преподаватель кафедры физики Московского высшего технического училища.
- 1923 — 1928 — Преподаватель кафедры физики физико-математического факультета Московского государственного университета.
- 1923 — 1928 — Старший научный сотрудник (руководитель акустического отдела) Государственного экспериментального электротехнического института (ныне Московский энергетический институт), где вел исследования по применению радиотехнических методов при изучении акустических явлений.
- 1928 — 1934 — Старший преподаватель физико-математического факультета Московского государственного университета, где создал и возглавил лабораторию электроакустики слабых токов, а также организовал специализацию по электроакустике.
- 1928 — Открытие низкочастотной (500 Гц) певческой форманты в звуке голоса квалифицированных певцов.
- 1929 — 1937 — Организация и заведывание лабораторией высокой частоты

- в Государственном рентгеновском институте, где занимался проблемами акустики.
- 1929 — Установление общего закона раздражения мышц переменным током в зависимости от частоты (совместно с Н. Н. Маловым).
- 1932 — 1933 — Профессор Московского электротехнического института связи, где читал курс по электроакустике.
- 1934 — 1936 — Профессор кафедры радиотехники Московского энергетического института, где читал курс по электроакустике.
- 1934 — Утверждение в ученое звание профессора, постановлением Президиума АН СССР присвоена ученая степень доктора физико-математических наук без защиты диссертации.
- 1934 — 1941 — Профессор физического факультета Московского государственного университета.
- 1934 — 1940 — Старший научный сотрудник Физического института АН СССР (ФИАН); организатор и заведующий лабораторией акустики в ФИАНе, где занимался вопросами архитектурной акустики и ультразвуком.
- 1935 — Обнаружение (совместно с Е. П. Островским) диспергирования твердых тел ультразвуком и объяснение механизма явления. Развитие теории и экспериментальное обоснование нового метода поглощения звука (резонансные звукопоглотители). Организатор и активный участник 2-й Всесоюзной акустической конференции (в Москве).
- 1935 — 1937 — Научный руководитель (по совместительству) акустической лаборатории при Отделении технических наук АН СССР, работающей над акустическими проблемами Дворца Советов.
- 1935 — 1939 — Консультант по акустике, создание (1937 г.) и руководство (по совместительству) лабораторией акустики при Управлении строительства Дворца Советов.
- 1936 — 1938 — Член Акустической комиссии при Отделении технических наук АН СССР.
- 1938 — 50-е гг. — Заместитель председателя Акустической комиссии (при ФИАНе).
- 1940 — 1943 — Заместитель заведующего лабораторией акустики ФИАН.
- 1941 — 1942 — Проведение работ по оборонной тематике в области гидроакустики в ФИАНе в период эвакуации в г. Казань.
- 1943 — 1975 — Создание кафедры акустики физического факультета Московского государственного университета и руководство ее работой в качестве заведующего.
- 1943 — 1951 — Старший научный сотрудник Морского гидрофизического института АН СССР, где работал над проблемами гидроакустики.
- 1943 — 1950 — Консультант лаборатории акустики Центрального института авиамотостроения.
- 1945 — Награждение орденом «Знак почета» в связи с 220-летием Академии наук СССР.
- 1946 — Награждение медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне».
- 1947 — Избрание членом президиума Московского отделения Всесоюзного общества политических и научных знаний.
- 1948 — Награждение медалью «В память 800-летия Москвы».
- 1948 — 1954 — Член научно-технического Совета по строительству нового здания Московского университета на Ленинских горах и председатель Комиссии по строительству физического факультета МГУ; автор основных заданий по строительству специальных акустических камер и гидробассейна для акустических измерений.
- 1950 — 1957 — Член Комиссии по ультразвуковой дефектоскопии при Президиуме АН СССР, а с 1951 г. зам. председателя сектора по ультразвуку Акустической комиссии АН СССР.
- 1951 — Награждение орденом Ленина за долголетнюю безупречную работу в области высшего образования и в связи с 60-летием со дня рождения. Член Бюро Акустической комиссии АН СССР.
- 1955 — 1981 — Член редакционной коллегии «Акустического журнала» АН СССР.
- 1955 — 1981 — Член Ученого совета Акустического института АН СССР.

- 1955 — 1981 — Член комиссии по бионике научно-технического Совета Министерства высшего и специального среднего образования СССР.
- 1957 — 1981 — Член Научного совета по ультразвуку АН СССР.
- 1957 — Командирован в ГДР (Дрезден) на Международную конференцию по архитектурной и строительной акустике, где выступил с обзорным докладом о резонансных звукопоглотителях. Командирован в Чехословакию (Прага), где прочел ряд лекций и докладов по акустике. Организатор 4-й Всесоюзной акустической конференции на физическом факультете Московского университета. Командирован в Польшу (Ольштин) для участия в семинаре по акустике.
- 1959 — Командирован в ФРГ (Штутгарт) на Международный акустический конгресс, где выступил с докладом о новых явлениях при распространении ультразвука в твердых телах. Командирован в Польшу (Варшава) в Институт основных проблем техники Польской академии наук, где выступил с докладом по проблемам акустики.
- 1960 — Выход в свет учебника «Курс лекций по теории звука».
- 1961 — Награждение медалью «За доблестный труд» за большие заслуги в подготовке специалистов и развитие науки.
- 1961—1981 — Организатор и руководитель цикла важнейших работ по гидроакустике.
- 1963 — Выпуск в свет издательством «Пергамон» на английском языке учебника «Курс лекций по теории звука».
- 1969 — Член Научного совета по гидрофизике при Президиуме АН СССР.
- 1970 — Награждение медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина».
- 1971 — Командирован в Венгрию (Будапешт) для участия в Международной конференции по акустике.
- 1972 — Присуждение почетного звания «Заслуженный деятель науки РСФСР» за заслуги в области науки и подготовке научных кадров и в связи с 80-летием со дня рождения.
- 1981 — 7 января, на 90-м году жизни, Сергей Николаевич Ржевкин скончался в Москве, похоронен на Ваганьковском кладбище.

Список научных трудов С. Н. Ржевкина

I. Монографии, учебники, книги

1. Слух и речь в свете современных физических исследований. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1928. 146 с.
2. Слух и речь в свете современных физических исследований. 2-е изд. М.; Л.: ГОНТИ, 1936. 311 с.
3. *Михельсон В. А.* Физика. 10-е изд., доп. и перераб. М.: Гостехтеориздат, 1939. Т. 1. С. 157—260. (Гл. 8 написана С. Н. Ржевкиным совместно с В. С. Нестеровым, гл. 9 — совместно с В. В. Фурдуевым).
4. Курс физики / Под ред. Н. Д. Папалекси. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1948. Т. 1. С. 249—382. (С. Н. Ржевкиным написаны гл. 11 и 12).
5. Курс лекций по теории звука. М.: Изд-во МГУ, 1960. 336 с.
6. The course of lectures on the theory of sound. L.: Pergamon Press, 1963. 464 p.
7. Задачи по теории звука. М.: Изд-во МГУ, 1976. 51 с.

II. Журнальные статьи и доклады

1. К вопросу о природе консонансов и диссонансов // Изв. физ. ин-та при Моск. науч. ин-те. 1920. Т. 1, вып. 2. С. 73—76.
2. Некоторые особенности в работе генератора незатухающих колебаний с термоионными лампами // Там же. 1920. Т. 1, вып. 2. С. 76—77.
3. Колебания связанных контуров, из которых один содержит равномерно распределенную емкость и самоиндукцию // Телеграфия и телефония без проводов. 1921. № 9. С. 342—351.
4. Колебания связанных систем, обладающих распределенной емкостью и самоиндукцией // Изв. физ. ин-та при Моск. науч. ин-те. 1921. Т. 1, вып. 5/6. С. 252—256.
5. Прерывистый триодный генератор, его теория и применения // Телеграфия и телефония без проводов. 1921. № 11. С. 67—81. Совм. с Б. А. Введенским.
6. По поводу измерений емкостей и сопротивлений посредством прерывистого генератора // Там же. 1922. № 15. С. 576—578. Совм. с Б. А. Введенским. Нем. пер.: Die Messung von Kapazitäten und grossen Widerständen mittels intermittierenden Röhrengenerators // Phys. Ztschr. 1922. Bd. 23, H. 1. S. 150—153. Zusan. mit B. Wwedensky.
7. Раздражение мышц переменными токами от 50 до 7700 периодов // Журн. прикл. физики. 1923. Т. 1, № 1—4. С. 188—190.
8. Несколько замечаний по поводу анализа звука по методу Д. Миллера // Тр. ГИМН. 1924. Т. 1. С. 113—118.
9. Диатермический аппарат с катодными лампами // Телеграфия и телефония без проводов. 1924. № 27. С. 494—503; То же // Тр. ГЭЭИ. 1925. № 9. С. 19—22.
10. Анализатор звука, основанный на явлении электрического резонанса: (предварительное сообщение) // Тр. ГЭЭИ. 1926. № 14. С. 10—14.
11. А. с. 1478 (СССР). Микрофон из кристалла сегнетовой соли. Заявл. 25.9.1926. Совм. с А. И. Яковлевым.
12. Исследование порога раздражения мышц переменным током // Журн. прикл. физ. 1927. Т. 4, № 4. С. 53—58. Совм. с Н. Н. Маловым. Нем. пер.: Untersuchung der Muskelreizschwelle durch Wechselstrom // Pflügers Arch. ges. Physiol. 1928. Bd. 218, H. 5/6. S. 708—715. Zusan. mit N. Malov.
13. Об образовании обертонов при колебаниях мембраны телефона // Науч.-техн.

- сб. НКТП. 1927. № 6. С. 57—60; То же // Вестн. теор. и эксп. электротехники. 1928. Т. 1, № 1. С. 14—16.
14. Исследование тембра звука голоса и смычковых музыкальных инструментов // Там же. № 3. С. 81—95. Совм. с В. С. Казанским; То же // Журн. прикл. физ. 1928. Т. 5, вып. 1. С. 87—103. Совм. с В. С. Казанским. Нем. пер.: Untersuchung der Klangfarbe der menschlichen Stimme und der musikalischen Streichinstrumente // Zs. f. Phys. 1928. Bd. 47, H. 3/4. S. 233—273. Zusam. mit W. Kasansky.
 15. Определение верхнего предела слышимости звука // Телеграфия и телефония без проводов. 1928. Т. 9, № 1 (46). С. 43—48. Совм. с Н. Н. Маловым.
 16. Простой способ эталонирования частоты кварцевых пластинок // Вестн. теор. и экспер. электротехники. 1928. Т. 1, № 4. С. 154—155.
 17. Сопrotivление человеческого тела электрическим токам высокой частоты: (предварительное сообщ.) // Журн. прикл. физики. 1929. Т. 6, № 2. С. 109—112. Совм. с Н. Н. Маловым.
 18. Сопrotivление человеческого тела электрическому току высокой частоты // Там же. № 5. С. 39—74. Совм. с Н. Н. Маловым. Нем. пер.: Widerstand des menschlichen Körpers bei hochfrequenten elektrischen Strömen // Ztschr. Hochfrequenz. 1930. Bd. 35, H. 5. S. 177—191. Zusam. mit N. Malov.
 19. Несколько слов по поводу «Проекта требований к аппарату диатермии» // Физиотерапия. 1930. Т. 4, № 4 (25). С. 471—472. Совм. с Н. Н. Маловым.
 20. Эталонирование кварцевых пластинок // Минеральное сырье. 1930. Т. 5, № 6. С. 910—918.
 21. Механические колебания ферромагнитных стержней в переменном магнитном поле // Сборник, посвященный десятилетию Моск. магнит. лаборатории. М.; Л., 1931. С. 119—130. Совм. с Н. Н. Маловым и В. К. Митяевым.
 22. Применение токов высокой частоты для питания рентгеновских трубок // Бюл. достижений рентгенотехники. 1931. № 8. С. 87—93. Совм. с Н. Н. Маловым.
 23. Сопrotivление человеческого тела токам высокой частоты и его отклонения от нормы при некоторых заболеваниях // Клин. медицина. 1932. Т. 10, № 11/12. С. 352—357. Совм. с Н. Н. Маловым.
 24. Über die Frequenzabhängigkeit des Widerstandes des menschlichen Körpers in Frequenzgebiet von 365 bis $8 \cdot 10^5$ Hertz // Zs. f. Hochfreq. 1932. Bd. 39, H. 3. S. 93—101. Zusam. mit N. Malov.
 25. Zur Frage des Normalwiderstandes des menschlichen Körpers bei hochfrequenten Strömen // Ibid. H. 4. S. 127—130. Zusam. mit N. Malov.
 26. Messungen der Schallisolationfähigkeit bei ultraakustischen Frequenzen // Ibid. Bd. 40, H. 4. S. 134—136. Zusam. mit N. Malov. Рус. пер.: Изучение звукоизолирующей способности различных материалов при ультразвуковой частоте: (предварительное сообщ.) // Журн. техн. физики. 1933. Т. 3, вып. 1. С. 155—160. Совм. с Н. Н. Маловым.
 27. Проблема изучения шума // Методы исследования шумов. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1933. С. 7—13.
 28. К вопросу о количественной оценке ощущения громкости // Журн. техн. физики. 1935. Т. 5, вып. 1. С. 75—87. Совм. с А. В. Рабиновичем. Фр. пер.: Sur le probleme de l'estimation quantitative de la force d'un son // Rev. d'Acoustique. 1936. Vol. 5. P. 183—200. Avec. A. Rabinovitch.
 29. Исследование артикуляции и понятности речи в Московском планетарии // Журн. техн. физики. 1935. Т. 5, вып. 7. С. 1303—1307.
 30. К вопросу о приведенном уравнении колеблющейся мембраны // Там же. 1935. Т. 5, вып. 8. С. 1440—1453.
 31. Получение эмульсий при помощи ультразвука // Журн. физ. химии. 1935. Т. 6, вып. 1. С. 73—75. Совм. с Е. П. Островским. Нем. пер.: Die Herstellung von Emulsionen und Kolloidlösungen mit Hilfe des Ultraschalls // Acta physiochimica (URSS). 1935. Vol. 1, N 5. P. 741—744. Zusam. mit E. Ostrowsky.
 32. Erwiderung auf die Arbeit von Herrn Rodewald «Ultraschall» // Techn. Phys. (USSR). 1935. Vol. 2, N 4. P. 370—371. Zusam. mit N. Malov.
 33. Резонансное звукопоглощение // Журн. техн. физики. 1936. Т. 6, вып. 12. С. 2103—2117. Англ. пер.: Resonance absorption of Sound // Techn. Phys. (USSR). 1936. Vol. 3, N 6. P. 560—576.

34. Ультразвуки и их биологическое воздействие // Сб. трудов по рентгенологии. М., 1936. Т. 2. С. 181—187.
35. Усовершенствование кондуктометрического метода определения свободной соляной кислоты в желудочном соке по методу проф. Гагмана // Клини. медицина. 1936. Т. 14, № 9. С. 1368—1370. Совм. с Л. Р. Соловьевой.
36. Исследование волновых процессов по методу моделей с применением ультразвуковых волн // Успехи физ. наук. 1937. Т. 18, вып. 1. С. 1—10. Совм. с С. И. Кречмером. Англ. пер.: Investigation of wave phenomena on models using ultrasonic waves // Techn. Phys. (USSR). 1937. Vol. 4, N 11/12. P. 1004—1019. With S. Kretschmer.
37. К вопросу о волновом поле пьезокварцевого излучателя // ДАН СССР. 1937. Т. 16, № 5. С. 275—278. Англ. пер.: On the problem of the wave field of a piezo-quartz radiator // С. г. de l'URSS. 1937. Vol. 16, N 5. P. 267—270.
38. К вопросу о механизме свечения жидкости при воздействии ультразвука // ДАН СССР. 1937. Т. 16, № 8. С. 407—412. Совм. с В. Л. Левшиным. Англ. пер.: On the mechanism of luminescence in liquids under ultrasonic treatment // С. г. de l'URSS. 1937. Vol. 16, N 8. P. 399—404. With V. Levshin.
39. О возможности получения больших коэффициентов поглощения звука при помощи систем резонаторов // ДАН СССР. 1938. Т. 18, № 1. С. 25—30. Англ. пер.: On the possibility of obtaining high coefficient of sound absorption by using systems of resonators // С. г. de l'URSS. 1938. Vol. 18, N 1. P. 25—30.
40. Применение ультразвуковых волн к исследованию волновых процессов на моделях // Тр. ФИАН. 1938. Т. 1, вып. 4. С. 43—75. Совм. с С. И. Кречмером.
41. Непосредственное наблюдение волн Рэлея при полном внутреннем отражении // ДАН СССР. 1938. Т. 20, № 1. С. 17—20. Совм. с С. И. Кречмером. Англ. пер.: Direct observation of Rayleigh waves in case of total reflection // С. г. de l'URSS. 1938. Vol. 20, N 1. P. 17—20. With S. Kretschmer.
42. Измерение громкости // Тр. Акустич. комис. ОН АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1938. Сб. 1. С. 5—26.
43. Теория и устройство простейших резонансных звукопоглощающих систем // ДАН СССР. 1939. Т. 22, № 9. С. 568—573. Англ. пер.: Theory and design of the simplest resonance sound-absorbing system // С. г. de l'URSS. 1939. Vol. 22, N 9. P. 564—569.
44. Резонансные звукопоглощающие системы // Тр. Акустич. комис. ОН АН СССР. М.: Изд-во АН СССР. 1939. Сб. 3. С. 17—32.
45. Исследование сопротивления фрикционных слоев для звукопоглощающих систем // Журн. техн. физики. 1941. Т. 11, вып. 1/2. С. 149—159. Совм. с С. Т. Тер-Осипянцем. Англ. пер.: Investigation of the resistance of frictional layers for sound-absorbing systems // J. Physics (USSR). 1941. Vol. 4, N 1/2. P. 45—56. With S. Terossipjantz.
46. Резонансный звукопоглотитель с податливой стенкой // Журн. техн. физики. 1946. Т. 16, вып. 4. С. 381—394.
47. О современном телефоне // Науч.-техн. бюл. НИИСКА. 1946. № 1. С. 10—30. Совм. с Е. К. Кузнецовым.
48. Резонансные звукопоглотители для строительной практики // ВНТО радиотехн. и электросвязи: Тр. секции электроакустики и звукозаписи. 1947. Вып. 4. С. 1—24. Совм. с В. С. Нестеровым.
49. К вопросу об измерении коэффициента трения воздуха в пористых материалах в постоянном потоке и при звуковых колебаниях // Журн. техн. физики. 1947. Т. 17, вып. 6. С. 681—692. Совм. с С. С. Туманским.
50. К вопросу об анализе шума движущегося самолета // Там же. Вып. 12. С. 1483—1490. Совм. с К. А. Велижаниной.
51. О движении энергии в поле сферических звукоизлучателей // Там же. 1949. Т. 19, вып. 12. С. 1380—1396.
52. Излучение звука волнами, бегущими по сфере // Вестн. МГУ. 1949. № 2. С. 43—51.
53. Визуализация пространственно-модулированных звуковых волн // Успехи физ. наук. 1951. Т. 44, вып. 1. С. 70—79; То же // Вопр. физич. оптики: Сб. посвящ. С. И. Вавилову. 1951. С. 301—310.

54. Связь задачи дифракции звука на сфере с теоремой взаимности // Журн. техн. физики. 1951. Т. 21, вып. 10. С. 1224—1239.
55. Излучатели звука с бегущей волной // Вестн. МГУ. 1954. № 8. С. 3—17.
56. Эффективные звукопоглощающие системы // Ломоносов. чтения. М.: Изд-во МГУ, 1955. С. 31—32.
57. К вопросу об анализе звука певческого голоса // Сборник, посвященный П. П. Лазареву. М., 1956. С. 305—318.
58. Некоторые результаты анализа певческого голоса // Акуст. журн. 1956. Т. 2, вып. 2. С. 205—210.
59. Визуализация сдвиговых ультразвуковых волн в прозрачных твердых телах // Там же. С. 224—225. Совм. с В. Г. Аверьяновой и В. И. Макаровым.
60. Некоторые следствия из теории дифракции звука на гибкой сфере // Там же. Вып. 4. С. 366—371.
61. Исследование звукопоглощающих конструкций для звукомерной камеры физического факультета МГУ // Там же. 1957. Т. 3, вып. 1. С. 23—28. Совм. с К. А. Велижаниной. Англ. пер. The investigation of sound-absorbent structures for the anechoic chamber of the physics department of the Moscow State University // Soviet Physics—Acoustics. 1957. Vol. 3, N 1. P. 21—26. With K. Velizhanina.
62. Парадокс ближнего поля поршневой диафрагмы // Применение ультразвуки к исследованию вещества. М., 1958. Вып. 6. С. 47—52.
63. Les absorbants de son resonants // Czechosl. J. Phys. 1959. N 9. P. 16—28.
64. Gestaltung von Resonanzschallschluckern und deren Verwendung für die Nachhallregelung und Schallabsorption // Hochfrequenz. Electroakust. 1959. Bd. 67, H. 4/5. S. 128—135.
65. Untersuchungen der Schallausbreitung in festen Körpern Platten und Schallen mittels eines optischen Verfahrens im Dunkelfeld // Proc. 3rd Intern. Congr. on Acoustics. Stuttgart. 1959. Vol. 1. P. 398—403. Zusam. mit W. Makarov.
66. К теории ультразвукового интерферометра // Применение ультразвуки к исследованию вещества. М., 1959. Вып. 9. С. 3—8.
67. Über die Wirkung des Schallabsorbers, der eine schwingende Oberfläche bedeckt, auf die Schallabstrahlung // Acustica. 1963. Vol. 13, N 6. P. 403—406. Zusam. mit K. Ivanov-Schitz und K. Welischanina.
68. Роль и задачи акустики в общем цикле физических и технических наук // Применение ультразвуки к исследованию вещества. М., 1963. Вып. 17. С. 3—13.
69. Zur Frage der theoretischen Berechnung der Resonanzschallabsorber // Rep—de 5^e Congress Internat. d'Acoustique. Liege, 1965. N. 43.
70. К вопросу о присоединенной массе в неоднородных акустических волноводах // Акуст. журн. 1965. Т. 11, вып. 3. С. 371—379. Англ. пер.: The additional mass in irregular acoustic waveguides // Soviet physics—Acoustic. 1965. Vol. 11. N 3. P. 311—317.
71. Присоединенная масса поршня в круглой трубе бесконечной длины: (метод. разработка). М.: Изд-во МГУ, 1968. 15 с.
72. О колебаниях тел, погруженных в жидкость, под действием звуковой волны // Вест. МГУ. Физика, астрономия. 1971. Т. 12, № 1. С. 52—61.
73. Об основных величинах гидроакустического поля // Ломоносов. чтения. М.: Изд-во МГУ, 1972. С. 14—15.
74. Векторно-фазовые измерения в акустических полях // Акуст. журн. 1974. Т. 20, вып. 3. С. 393—401. Совм. с Л. Н. Захаровым.
75. Векторно-фазовые соотношения в поле тонального источника вблизи идеально отражающей плоскости // Там же. Вып. 5. С. 787—790. Совм. с В. Е. Ивановым.
76. К вопросу о ближнем поле поршневого излучателя в твердом теле // Там же. 1975. Т. 21, вып. 5. С. 797—800. Совм. с М. Ю. Тихоновым.
77. Ближнее поле и импеданс сферы, колеблющейся вблизи жесткой или мягкой перегородки // Там же. 1978. Т. 24, вып. 1. С. 143—146.
78. Ближнее поле и импеданс жесткой сферы, колеблющейся параллельно плоской перегородке // Там же. 1980. Т. 26, вып. 2. С. 242—247.
79. Излучение звука стержневой поверхностью, совершающей колебания по толщине при неизменной ширине // Там же. 1981. Т. 27, вып. 2. С. 296—299.

III. Обзорные научные работы

1. Последние успехи телефонии без проводов // Телеграфия и телефония без проводов. 1918. № 2. С. 59—62.
2. Телеграфия и телефония без проводов // Усп. физ. наук. 1920. Т. 2, вып. 1. С. 133—134.
3. Новые методы получения незатухающих электромагнитных волн // Там же. 1922. Т. 3, вып. 1. С. 118—120.
4. Катодные лампы, их теория и главнейшие применения // Там же. 1924. Т. 4, вып. 4/5. С. 271—314.
5. Слух и речь в свете современных исследований // Там же. 1927. Т. 7, вып. 3/4. С. 231—268.
6. Успехи в изучении слуха и речи // Науч. слово. 1928. № 2. С. 38—65.
7. О количественной оценке громкости // Теория и практика борьбы с шумом. Тр. и материалы Ленинград. ин-та охраны труда. 1935. Т. 11, вып. 12. С. 24—35.
8. Ультразвуковая локация у летучих мышей // Усп. физ. наук. 1946. Т. 29, вып. 1/2. С. 209—211.
9. Обзор работ по резонансным звукопоглотителям // Там же. Т. 30, вып. 1/2. С. 40—62.

IV. Работы по истории физики

1. К пятилетию журнала «Телеграфия и телефония без проводов» // Телеграфия и телефония без проводов. 1923. № 21. С. 425—426.
2. Первая Всесоюзная акустическая конференция / Сорена. 1931. № 2/3. С. 263—265.
3. Вторая Всесоюзная акустическая конференция // Усп. физ. наук. 1936. Т. 16, вып. 2. С. 267—275; То же // Наука и жизнь. 1936. № 5. С. 46—48.
4. Об итогах работ 2-й Всесоюзной акустической конференции // Вестн. Акад. наук. 1936. № 1. С. 110—118.
5. Памяти Всеволода Сергеевича Казанского: (некролог) // Усп. физ. наук. 1940. Т. 23, вып. 3. С. 316—320.
6. Е. П. Островский // Учен. зап. МГУ. 1945. Вып. 77. С. 289—290.
7. Петр Николаевич Беликов: (некролог) // Усп. физ. наук. 1945. Т. 27, вып. 1. С. 132—136.
8. Великий русский физик: (35 лет со дня смерти П. Н. Лебедева) // Пионер. правда. 1947. 14 марта.
9. О развитии работ по электроакустике в СССР // Радиотехника. 1947. Т. 2, № 8. С. 44—50. Совм. с В. В. Фурдуевым.
10. Успехи советской акустики // Усп. физ. наук. 1948. Т. 34, вып. 1. С. 1—12.
11. Пятый семинар по акустике в Ольштыне // Акуст. журн. 1958. Т. 4, вып. 4. С. 376. Совм. с Б. Б. Кудрявцевым.
12. Анатолий Болеславович Млодзеевский: (к 75-летию со дня рождения) // Усп. физ. наук. 1958. Т. 66, вып. 1. С. 145—146.
13. Из воспоминаний о П. Н. Лебедеве // Тр. Ин-та истории естествознания и техники. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 28. С. 119—120.
14. Работы ученых Московского университета в области акустики // Вопросы истории физ.-мат. наук. М.: Высш. шк., 1963. С. 306—318.
15. Вторая Всесоюзная конференция по вопросам методики ультразвуковой интерферометрии. Клайпеда, 1965 // Акуст. журн. 1966. Т. 12, вып. 1. С. 133—134.
16. Акустическая конференция в Будапеште: (о работе 4-й акуст. конф. Будапешт, 1967) // Акуст. журн. 1968. Т. 14, вып. 2. С. 313—315. Совм. с С. Д. Ковригиным.
17. Акустика в Московском университете: История и методология естественных наук. М.: Изд-во МГУ, 1968. Вып. 7. С. 247—257.
18. Акустика и ультразвук // Развитие физики в России. М.: Просвещение, 1970. Т. 2, гл. 8. С. 197—239.
19. Воспоминания о С. И. Вавилове // Усп. физ. наук. 1974. Т. 114, вып. 3. С. 538—541; То же // Сергей Иванович Вавилов: (очерки и воспоминания). М.: Наука, 1979. С. 131—134; То же // Сергей Иванович Вавилов: (очерки и воспоминания). 2-е изд. М.: Наука, 1981. С. 140—143.

V. Словарные статьи

1. Диатермия // Техн. энциклопедия. М., 1929. Т. 6. С. 637.
2. Компенсаторы акустические // Там же. М., 1930. Т. 10. С. 749—752.
3. Магнетофон // Там же. Т. 12. С. 400—401.
4. Мембрана // Там же. С. 836—846.
5. Поющая дуга // Там же. 1932. Т. 17. С. 509—510.
6. Акустика // Техн. энцикл. Справочник физ., хим. и технологич. величин. М., 1933. Т. 10. С. 363—379, 388—410.
7. Резонатор // Техн. энцикл. М., 1933. Т. 19. С. 440—443.
8. Рупор // Там же. С. 890—895.
9. Слух // Там же. Т. 21. С. 238—259.
10. Тембр // Там же. Т. 22. С. 811—812.
11. Шум // Там же. 1934. Т. 26. С. 296—302.
12. Акустика // Физич. словарь. М., 1936. Т. 1. С. 101—103.
13. Артикуляция // Там же. С. 187—188.
14. Громкость звука // Там же. С. 881—883.
15. Фонограф // БСЭ. М.: ОГИЗ, 1936. Т. 58. С. 118—119.

VI. Научно-популярные статьи

1. Гальванический прерыватель // Телеграфия и телефония без проводов. 1918. № 3. С. 109—110.
2. Радиотелеграф и его культурное значение в современной жизни. М., 1922. С. 191—201.
3. Как самому устроить радиоприемник. М.: Нов. Москва, 1925. 99 с.
4. О чем нам говорят характеристики катодных ламп // Радиолюбитель. 1925. № 3. С. 67; № 4. С. 87—88.
5. От чего зависит прочность металла // Искра. 1925. № 6. С. 11—13.
6. Катодная лампа // Искра. 1925. № 7. С. 15—17.
7. Новые применения пьезоэлектрических кристаллов. М: Мол. гвардия, 1926. № 1. С. 203—208.
8. Ультразвук // Известия. 1934. 12 февр.
9. Борьба с шумом // Известия. 1934. 8 июня.
10. Звуки, которых не слышно // Веч. Москва. 1934. 29 июня.
11. Физико-химическое и биологическое действие ультразвуковых волн // Фронт науки и техники. 1935. № 5/6. С. 54—59.
12. Ультразвуковые колебания // Известия. 1936. 16 янв.
13. Неслышимые звуки // Знание—сила. 1936. № 10. С. 28.
14. Акустика Дворца Советов // Правда. 1940. 5 марта.
15. Ухо на разведке // Свердловск: Гостехтеориздат, 1942. 110 с.
16. О неслышимых звуках // Техника — молодежи. 1950. № 4. С. 5—6.
17. Ультразвук // Красная звезда. 1954. 14 авг.

VII. Редактирование и переводы

1. Дрюсдэл К. В. Морская подводная сигнализация и передача звука под водой / Пер. С. Н. Ржевкина // Усп. физ. наук. 1925. Т. 5, вып. 3. С. 206—243.
2. Флетчер Г. Новая теория слуха / Пер. С. Н. Ржевкина // Там же. 1931. Т. 11, вып. 6. С. 894—930.
3. Гунд А. Измерения при высокой частоте / Пер. под ред. С. Н. Ржевкина. М.; Л.: ГОНТИ, 1931. 560 с.
4. Альберги Е. Катодный осциллограф / Пер. под ред. С. Н. Ржевкина. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1933. 200 с. (С. Н. Ржевкиным сделан перевод отделов D, E и F, с. 101—187).
5. Методы исследования шумов: Сб. статей / Под ред. С. Н. Ржевкина. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1933. 120 с.
6. Вуд А. Звуковые волны и их применения / Пер. под ред. С. Н. Ржевкина. М.; Л.: ГОНТИ, 1934. 144 с.
7. Дэвис А. Современная акустика / Пер. под ред. С. Н. Ржевкина и В. В. Фурдуева. М.; Л.: ГОНТИ, 1938. 300 с. (С. Н. Ржевкиным переведены гл. 14 и 15, с. 218—260).

8. *Морз Ф.* Колебания и звук / Пер. под ред. С. Н. Ржевкина. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1949. 486 с. (Перевод выполнен С. Н. Ржевкиным и др.).
9. *Кэрлин Б.* Ультразвук / Пер. под ред. С. Н. Ржевкина. М.: Изд-во иностр. лит., 1950. 308 с.
10. *Мэзон У.* Пьезоэлектрические кристаллы и их применения в ультразвуковой акустике / Пер. под ред. А. В. Шубникова и С. Н. Ржевкина. М.: Изд-во иностр. лит., 1952. 448 с.
11. *Лазарев П. П.* Гельмгольц. 2-е изд. М: Изд-во АН СССР, 1959. 104 с.

VIII. Рецензии

1. *Dessauer T.* Получение рентгеновских лучей весьма большой жесткости // *Verl. Phys. Ges.* 1917. Bd. 16/17. Рец.: УФН. 1918. Т. 1, вып. 3/4. С. 251—253.
2. Применение фотоэлектрического элемента, как приемного приспособления для беспроволочной телеграфии // *Ibid.* 1914. Bd. 16. S. 668. Рец.: УФН. 1918. Т. 1, вып. 3/4. С. 253; Телеграфия и телефония без проводов. 1918. № 4. С. 107—108.
3. *Whiddington R.* Ультра-микрометр // *Phil. Mag.* 1920. Vol. 30. P. 634. Рец.: УФН. 1921. Т. 2, вып. 2. С. 325.
4. *Pohl B. Van der.* Новые методы получения коротких незатухающих электромагнитных волн // *Ibid.* 1919. Vol. 38. Рец.: УФН. 1922. Т. 3, вып. 1. С. 118—120.
5. *Möbius Willy.* Дисперсия и абсорбция воды и этилового алкоголя в области коротких электрических волн // *Ann. Phys.* 1920. Bd. 62. S. 293. Рец.: Усп. физ. наук. 1922. Т. 3, вып. 1. С. 121—122.
6. *Fulweiler W., Barnes J.* Источник непрерывного ультрафиолетового спектра // *J. Francl. Inst.* 1922. Vol. 194, N 1. P. 83. Рец.: УФН. 1923. Т. 3, вып. 4. С. 491.
7. *Tear J. D.* Оптические контакты некоторых жидкостей для коротких электрических волн // *Ibid.* N 5. P. 685. Рец.: УФН. 1923. Т. 3, вып. 4. С. 491—492.
8. *Jane C. E.* Минимальная энергия звука при высокой частоте, воспринимаемая ухом // *Phys. Rev.* 1922. Рец.: Усп. физ. наук. 1923. Т. 3, вып. 4. С. 492.
9. *Nichals E., Tear J.* Короткие электрические волны // *J. Francl. Inst.* 1922. Vol. 194, N 5. P. 683. Рец.: УФН. 1923. Т. 3, вып. 4. С. 492—493.
10. *Miller Dayton Clarens.* Изучение музыкальных звуков. N. Y.: Mac Millon, 1922. 286 p. Рец.: УФН. 1925. Т. 5, вып. 6. С. 463—465.
11. *Проф. Беляевский.* Теория звука в приложении к музыке. М.: Госиздат, 1925. 239 с. Рец.: УФН. 1926. Т. 6, вып. 6. С. 516—517.
12. *Введенский Б. А.* Физические явления в катодных лампах. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1926. 222 с. Рец.: УФН, 1926. Т. 6, вып. 6. С. 517—518.
13. *Ирисов А. С.* Звук и музыка / Под ред. А. Бачинского. М; Л.: Гостехтеориздат, 1926. 139 с. Рец.: УФН. 1927. Т. 7, вып. 3/4. С. 309.
14. *Беликов П. Н.* Речь и слух. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1927. Рец.: УФН. 1927. Т. 7, вып. 3/4. С. 309—310.
15. *Лифшиц С. Я.* Курс архитектурной акустики. М., 1927. 128 с. Рец.: УФН, 1927. Т. 7, вып. 5. С. 402—403.
16. *Wood A.* Курс акустики. 1930. 519 p. Рец.: УФН. 1930. Т. 10, вып. 5/6. С. 793—794.
17. *Müller-Pouilllets.* Курс физики: Акустика. Braunschweig, 1930. 484 s. Рец.: УФН. 1930. Т. 10, вып. 5/6. С. 794—795.
18. *The Journal of the Acoustical Society of America.* 1929—1930. Vol. 1. N 1/3; Vol. 2, N 1. Рец.: УФН. 1930. Т. 10, вып. 5/6. С. 795—796.
19. *Введенский Б. А.* Физические явления в катодных лампах. М; Л.: Гостехтеориздат, 1931. 240 с. Рец.: Сорена. 1932. № 4. С. 167—168.
20. *Stewart G., Lindsay S.* Акустика. L.: Charpman and Hall, 1931. 358 с. Рец.: Сорена. 1932. № 1. С. 186—187.
21. Физические проблемы техники звукового кино: Сб. статей. М.: Гостехтеориздат, 1932. 130 с. Рец.: УФН. 1933. Т. 13, вып. 4. С. 636.
22. *Харкевич А.* Электроакустическая аппаратура. М.: Энергоиздат, 1933. 256 с. Рец.: УФН. 1934. Т. 14, вып. 3. С. 385—386.

23. *Андреев Н. Н., Русаков И. Г.* Акустика движущейся среды. М.: Гостехтеориздат, 1934. 40 с. Рец.: УФН. 1934. Т. 14, вып. 5. С. 680.
24. *Тренделенбург Ф.* Новейшие работы по акустике и электроакустике. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1934. 96 с. Рец.: УФН. 1934. Т. 14, вып. 5. С. 681.
25. *Дуккерг П.* Распространение волн взрывов в атмосфере. М.: Гостехтеориздат, 1934. 71 с. Рец.: УФН. 1934. Т. 14, вып. 8. С. 1032.
26. *Bekesy G.* О получении и измерении медленных синусоидальных колебаний воздуха // *Ann. Phys.* 1936. Bd. 5, N. 25. S. 413—432. Рец.: ЖТФ. 1937. Т. 7, вып. 3. С. 320.
27. *Bekesy G.* Порог слышимости и осязания для медленных синусоидальных воздушных колебаний // *Ann. Phys.* 1936. Bd. 5, N. 26. S. 554—566. Рец.: ЖТФ. 1937. Т. 7, вып. 3. С. 321.
28. *Bekesy G.* К вопросу о физике среднего уха и о слуховом восприятии при поврежденной барабанной перепонке // *Akust. Ztschr.* 1936. Bd. 1. S. 13—23. Рец.: ЖТФ. 1937. Т. 7, вып. 3. С. 322.
29. *Morse Ph.* Вибрации и звук. New York; London: McGraw Hill, 1936. 351 p. Рец.: ЖТФ. 1937. Т. 7, вып. 15. С. 1595—1596; УФН. 1937. Т. 17, вып. 4. С. 535—537.
30. *Дрейзен И. Г.* Курс электроакустики. М., 1938. Ч. 1. 387 с. Рец.: УФН, 1939. Т. 21, вып. 4. С. 488—489.
31. *Crescini Corrado.* Основы теоретической и прикладной электроакустики. Milano, 1939, 396 p. Рец.: УФН. 1940. Т. 23, вып. 3. С. 321—322.
32. *Trendelenburg F.* Введение в акустику. В., 1939. 277 S. Рец.: УФН. 1940. Т. 23, вып. 3. С. 322—323.
33. *Richardson E. G.* Технические применения звука. Amsterdam; London; New York; Princeton, 1957. Т. 2. 412 p. Рец.: Акуст. журн. 1958. Т. 4, вып. 3. С. 295.
34. *Морозов В. П.* Биофизические основы вокальной речи. М.: Наука, 1977. Рец.: Акуст. журн. 1978. Т. 24, вып. 5. С. 796—797.

Литература о жизни и трудах С. Н. Ржевкина

1. Академик С. И. Вавилов, Физический кабинет, Физическая лаборатория, Физический институт Академии наук СССР за 220 лет (1725—1945). М.: Изд-во АН СССР, 1945. С. 70; *Вавилов С. И.* Собр. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 3. С. 528.
2. *Бендриков Г. А., Мигулин В. В., Сидорова Г. А.* Физика колебаний на физическом факультете Московского университета // История и методология естественных наук: Сборник. М.: Изд-во МГУ, 1982. Вып. 27. С. 131.
3. *Глэкин Г. В.* Николай Николаевич Андреев. М.: Наука, 1980. С. 44, 48, 50, 61, 66, 67.
4. Для народного хозяйства // Моск. ун-т. 1959. 11 июня. С. 1.
5. История Московского университета. М.: Изд-во МГУ, 1955. Т. 2. С. 191.
6. *Карцев Вл.* Всегда молодая физика. М.: Сов. Россия, 1983. С. 173, 174, 177, 229, 234.
7. *Келер Вл.* Сергей Вавилов (ЖЗЛ). М.: Мол. гвардия, 1961, вып. 8 (322). С. 50—51. 1975, вып. 11 (548). С. 65—66.
8. *Кононков А. Ф.* Физический факультет Московского университета // История и методология естественных наук: Сборник. М.: Изд-во МГУ, 1968. Вып. 6. С. 17.
9. *Кудрявцев П. С.* История физики. М.: Просвещение, 1956. Т. 2. С. 407; 1971. Т. 3. С. 289.
10. *Кудрявцев П. С.* Курс истории физики. М.: Просвещение, 1982. С. 379.
11. *Кудрявцев П. С., Конфедератов И. Я.* История физики и техники. М.: Просвещение, 1965. С. 452.
12. *Лазарев П. П.* Десять лет Института физики и биофизики НКЗ. М., 1929. С. 63, 78, 88.
13. *Лазарев П. П.* Ионная теория возбуждения живых тканей // Сочинения. М.; Л.; Изд-во АН СССР, 1950. Т. 2. С. 45—50.
14. *Лазарев П. П.* Биофизика в России и в СССР / Там же. С. 203—204.
15. *Лёвшин Л. В.* Сергей Иванович Вавилов. М.: Наука, 1977. С. 7, 52, 53, 56, 57, 63, 65, 66, 77, 81, 181, 190, 195, 422.
16. *Лёвшин Л. В., Тимофеев Ю. П.* Вадим Леонидович Лёвшин. М.: Изд-во МГУ, 1977. С. 9, 97.
17. *Лёвшин Л. В., Тимофеев Ю. П.* Вадим Леонидович Лёвшин. М.: Наука, 1981. С. 22, 47, 49, 50, 146.
18. *Маковский Ал.* «Акуст» покидает МГУ // Экон. газ. 1962. 1 янв. С. 41.
19. *Миридонова О. П.* Жизнь и деятельность профессора С. Н. Ржевкина // История и методология естественных наук: Сборник. М.: Изд-во МГУ, 1975. Вып. 17. С. 159—187.
20. Московский университет за 50 лет Советской власти. М.: Изд-во МГУ, 1967. С. 234—235, 318.
21. Московский университет в Великой Отечественной войне. М.: Изд-во МГУ, 1985. С. 96.
22. На кафедре акустики // Моск. ун-т. 1970. 11 марта. С. 2.
23. Очерки истории физики в России. М.: Учпедгиз, 1949. С. 302, 304—305.

24. Развитие физики в СССР: (Советская наука и техника за 50 лет). М.: Наука, 1967. Кн. 2. С. 120, 128, 147, 156, 158, 166.
25. Сергей Иванович Вавилов: (Очерки и воспоминания). М.: Наука, 1979. С. 16, 131, 143, 233, 270, 281, 292; 2-е изд. доп. 1981. С. 18, 140—143, 151—152, 249, 275, 333, 345.
26. Сергей Николаевич Ржевкин: (к 70-летию со дня рождения) // Акуст. журн. 1961. Т. 7, вып. 4. С. 503—504.
27. Сергей Николаевич Ржевкин: (к 80-летию со дня рождения) // Там же. 1971. Т. 17, вып. 4. С. 623—624.
28. Сергей Николаевич Ржевкин: (некролог) // Там же. 1981. Т. 27, вып. 5. С. 796.
29. Сергей Николаевич Ржевкин: (некролог) // Вестн. МГУ. Сер. 3, Физика, астрономия. 1981. Т. 22, № 3. С. 104—105.
30. Сердюков А. Р. Петр Николаевич Лебедев. М.: Наука, 1976. С. 9, 263, 266, 268, 275, 306.
31. Храмов Ю. А. Научные школы в физике. Киев: Наук. думка, 1987. С. 60, 278, 280.

Оглавление

Введение	5
Глава 1	
Семья, детские и юношеские годы	7
Глава 2	
Студент Московского университета. П. Н. Лебедев и его школа	12
Глава 3	
Прапорщик Ржевкин	23
Глава 4	
Начало творческого пути	27
Глава 5	
Работы в области музыкальной и физиологической акустики	39
Глава 6	
Работы в области архитектурной акустики	46
Глава 7	
Отечественная война	61
Глава 8	
Работы в области гидроакустики	64
Глава 9	
Работы в области ультразвука	68
Глава 10	
Работы в области теории звука	77
Глава 11	
Воспитатель научных кадров	80
Глава 12	
Жизнь, отданная людям	94
Основные даты жизни и деятельности С. Н. Ржевкина	103
Список научных трудов С. Н. Ржевкина	106
Литература о жизни и трудах С. Н. Ржевкина	114

Contents

Introduction	5
Chapter 1	
Family, childish and youthful years	7
Chapter 2	
Student of Moscow University, P. N. Lebedev and his scientific school	12
Chapter 3	
Praporschik Rschevkin	23
Chapter 4	
Beginning of creative way	27
Chapter 5	
The musical and physiological acoustics works	39
Chapter 6	
The architectural acoustics works	46
Chapter 7	
Period of the Second World War	61
Chapter 8	
The underwater acoustics works	64
Chapter 9	
The ultrasonics works	68
Chapter 10	
The work in theory of sound field	77
Chapter 11	
Teacher of scientific cadre	80
Chapter 12	
The life for the people	94
The base data of S. N. Rschevkin's life and scientific works	103
S. N. Rschevkin's scientific works bibliography	106
The literature about S. N. Rschevkin's life and scientific working	114

Научное издание

Зарембо Лев Константинович
Лёвшин Леонид Вадимович
Сергей Николаевич Ржевкин
1891—1981

Утверждено к печати
Редколлегией
научно-биографической серии
Российской академии наук

Редактор издательства И. М. Столярова
Художник Е. Н. Волков
Художественный редактор И. В. Монастырская
Технический редактор И. Н. Жмуркина

ИБ № 48978

Сдано в набор 13.03.92. Подписано к печати 13.07.92
Формат 60×90¹/₁₆. Бумага офсетная № 2
Гарнитура обыкновенная. Печать офсетная
Усл. печ. л. 7,5. Усл. кр. отт. 7,75
Уч.-изд. л. 8,6. Тираж 360 экз. Тип. зак. 1905.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука»
117864, ГСП-7, Москва, В-485
Профсоюзная ул., 90

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая типография издательства «Наука»
199034, Санкт-Петербург, В-34, 9 линия, 12

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «НАУКА»
ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ:**

Васильев А. В.

Николай Иванович Лобачевский
(1792—1856)

20 л.

Книга, написанная в конце 1920-х годов известным математиком, основателем и первым председателем Казанского физико-математического общества профессором А. В. Васильевым, является одним из наиболее глубоких исследований жизни и творчества великого русского математика Николая Ивановича Лобачевского. Настоящее издание печатается по случайно сохранившейся корректуре книги. Казанские ученые В. А. Бажанов и А. П. Широков подготовили комментарии к тексту, статьи о развитии идей Н. И. Лобачевского после 20-х годов и об авторе книги А. В. Васильеве.

Издание рассчитано на читателей, интересующихся историей отечественной и мировой науки.

Григорий Самуилович Ландсберг

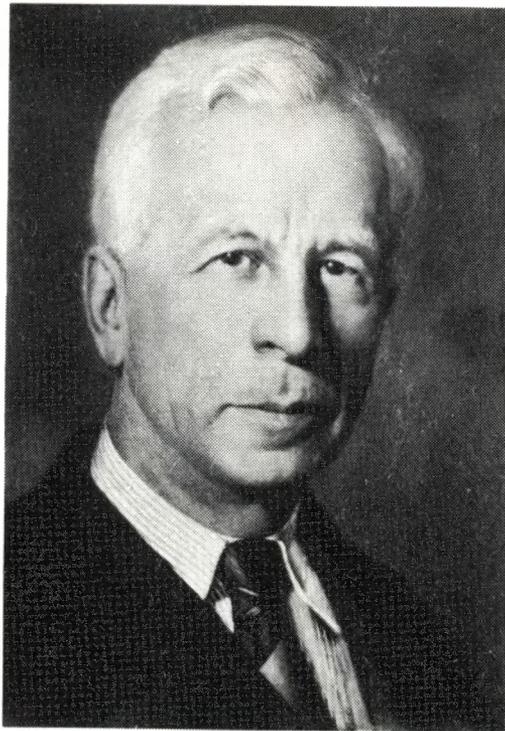
Очерки и воспоминания

К 100-летию со дня рождения

20 л.

В сборник включены очерки жизни и научной деятельности академика Г. С. Ландсберга, воспоминания о Г. С. Ландсберге его друзей, учеников и сотрудников, а также работы, малодоступные современному читателю, но имеющие большое значение для характеристики его многогранной деятельности.

Издание рассчитано на читателей, интересующихся развитием советской оптики и спектроскопии и вкладом Г. С. Ландсберга в эту сферу научной деятельности.



Л.К.Зарембо
Л.В.Лёвшин

Сергей Николаевич
РЖЕВКИН

5-20