



Навстречу 250-летия Московского университета

Серия
Выдающиеся ученые
физического факультета МГУ
Выпуск IV

Л.Н. Капцов, Г.С. Солнцев

Николай Александрович
КАПЦОВ



Москва
Физический факультет МГУ
2001

*К 70-летию образования
кафедры физической электроники
физического факультета МГУ*

Капцов Л.Н., Солнцев Г.С. НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ КАПЦОВ.

Серия «Выдающиеся ученые физического факультета МГУ». Вып. IV.— М.: Физический факультет МГУ, 2001.— 96 с.

Научно-биографический очерк о жизни и научно-педагогической деятельности профессора Московского университета, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Николая Александровича Капцова.

Описаны его детские и гимназические годы, работа в Московском университете под руководством известного русского физика П.Н. Лебедева. Раскрываются научные интересы и достижения профессора Н.А. Капцова в области вакуумной техники, радиофизики, процессов в электрических разрядах и катодной электроники. Свыше 30 лет он возглавлял кафедру электроники Московского университета, является создателем своей научной школы, воспитанники которой успешно работают в вузах и научных учреждениях России.

Для широкого круга читателей, интересующихся развитием физики в России и историей Московского университета.

Рецензенты: профессор *А.А. Кузовников*,
доцент *Е.М. Дубинина*

**Редколлегия серии
«Выдающиеся ученые физического факультета МГУ»**

В.И. Трухин (председатель), Л.В. Левшин (зам. председателя),
А.Ю. Грязнов (секретарь), И.П. Базаров, В.Ф. Бутузов, П.К. Кашкаров,
А.А. Кузовников, В.В. Михайлин, В.С. Никольский, Г.И. Петрунин,
Е.А. Романовский, А.М. Черепашук

© Капцов Л.Н., Солнцев Г.С., 2001 г.

© Физический факультет МГУ, 2001 г.



ВВЕДЕНИЕ

Эта книга посвящена выдающемуся ученому и педагогу в области электроники и физики электрических разрядов в газах, заслуженному деятелю науки и техники РСФСР, профессору Московского университета Николаю Александровичу Капцову.

Более 30 лет, начиная с 1931 года, профессор Н.А. Капцов возглавлял созданную им кафедру электроники Физического факультета МГУ. Широко известный специалист в области электрических явлений в газах и катодной электроники Н.А. Капцов воспитал многочисленную армию учеников — научных работников и преподавателей вузов.

В книге рассказывается о семье Капцовых — известных московских купцах-меценатах, о детстве и школьных годах Николая Капцова.

Николай Александрович был воспитанником Московского университета. Свою научную работу он начал в 1903 году под руководством известного русского ученого П.Н. Лебедева, доказавшего и впервые измерившего давление света на твердые и газообразные тела. В течение всей жизни Николай Александрович бережно сохранял традиции научной школы П.Н.Лебедева и на ее основе создал свою научную школу.

В дальнейшем Николай Александрович проявил себя ученым-физиком широкого профиля.

Он выдвинул концепцию и провел сложные расчеты процесса группировки электронов в пространстве под действием высокочастотного поля (теперь это явление называется "фазовой фокусировкой"). Эти работы легли в основу теории таких приборов как магнетроны и клистроны.

Чрезвычайно важной для развития радиотехники и радиолокации явилась работа Н.А. Капцова "Дифракция волн Герца в пространственной решетке"(1922 г.). В этой работе впервые показана возможность создания искусственной системы из металлических стержней, с помощью которой можно управлять электромагнитной



волной СВЧ диапазона, отраженной и прошедшей через систему. Позднее (1936 г.) подобное устройство было использовано М.А. Бонч-Бруевичем для создания искусственных диэлектриков, широко применяемых в антенной технике.

Николай Александрович создал теорию процессов в коронном электрическом разряде и с помощью сотрудников кафедры провел экспериментальные исследования этого разряда. Результаты этих работ изложены в его монографии "Коронный разряд и его применение в электрофильтрах" (1947 г.) и широко используются в устройствах газоочистки и электросепарирования.

Большой цикл работ, выполненных под руководством Николая Александровича, заключался в исследовании условий возникновения и горения разрядов низкого давления и элементарных процессов в плазме. Особое внимание в военные и послевоенные годы уделялось взаимодействию радиоволн с плазмой и изучению разрядов в ВЧ и СВЧ диапазонах волн. Это направление было поддержано Министерством Обороны и Институтом радиолокационной техники.

Под руководством профессора Капцова на кафедре электроники успешно развивались исследования термоэлектронной, вторичной, фотоэлектронной и экзоэлектронной видов эмиссии.

Характерной особенностью научной деятельности Николая Александровича Капцова являлось внедрение результатов научных исследований в народное хозяйство.

Большой вклад внес Н.А. Капцов в развитие электронной промышленности, работая руководителем физической лаборатории и консультантом Московского Электролампового завода (МЭЛЗ). При его непосредственном участии в СССР было организовано производство фотоэлементов для звукового кино и сигнальных неоновых ламп, медицинских ртутно-кварцевых ламп и газосветных ламп сверхвысокого давления.

Во время Великой Отечественной войны Н.А. Капцов был одним из инициаторов создания цеха для регенерации электрических ламп, необходимых для оборонной промышленности в городе Свердловске.

Много сил и энергии он отдал проектированию и строительству нового здания МГУ (1948-1953 гг.), возглавляя комиссию по оборудованию Физического факультета и по защите от электромагнитных излучений лабораторий МГУ.



Николай Александрович был не только выдающимся ученым, но и опытным педагогом. Его перу принадлежат кроме упомянутой выше книги по коронному разряду, также обширные монографии и учебные пособия "Электрические явления в газах и вакууме" и "Электроника". При его непосредственном участии и под его редакцией вышло учебное пособие "Радиофизическая электроника".

Профессор Н.А. Капцов являлся умелым пропагандистом достижений русской науки. В своих научно-популярных книгах и статьях он дает глубокий анализ деятельности известных русских ученых П.Н. Лебедева, А.С. Попова, П.Н. Яблончкова, В.В. Петрова и ряда других ученых.

Многочисленные ученики и коллеги Н.А. Капцова с большой теплотой вспоминают его как справедливого, доброжелательного, тактичного и отзывчивого человека, но в то же самое время требовательного к себе и другим.

Многогранная научная, педагогическая и общественная деятельность профессора Н.А. Капцова, его вклад в развитие отечественной электроники и вакуумной техники получили высокую оценку Советского правительства. Он был награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, Знак Почета и медалями СССР. Ему было присвоено почетное звание Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.

Настоящая книга ставит целью подробно рассказать о жизни и деятельности Николая Александровича Капцова.

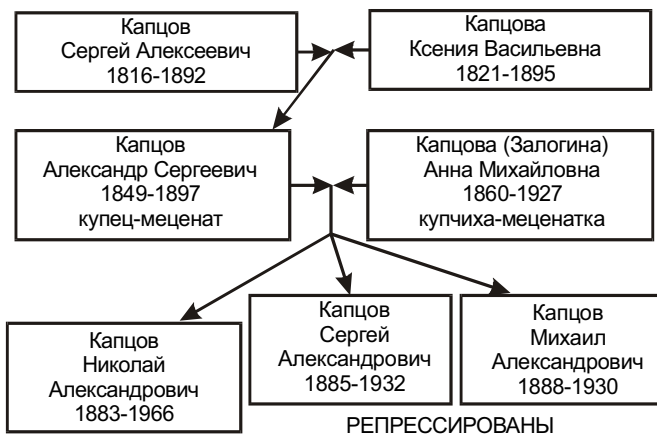
Авторы выражают благодарность профессорам Л.В. Левшину, А.Ф. Александрову, А.А. Кузовникову, а также доцентам Е.М. Дубининой и В.С. Никольскому, взявшим на себя труд ознакомиться с текстом книги и сделавшим полезные замечания. Нами использованы также воспоминания о личности и стиле работы Николая Александровича профессором В.М. Фридкина, А.А. Рухадзе, доцента П.С. Булкина. Большую помощь в техническом оформлении книги оказали Л.И. Цветкова и С.А. Солнцев.



СЕМЬЯ. ПРОИСХОЖДЕНИЕ РОДА КАПЦОВЫХ

Николай Александрович Капцов родился 22 января (ст. ст.) 1883 года в Москве. Старинный особняк, где жили Капцовы, был расположен на Николо-Воробинском переулке вблизи улицы Воронцово Поле и Яузского бульвара. Семья Капцовых была потомственной купеческой семьей. Она владела большим оптовым магазином, обеспечивавшим шелковыми тканями Москву, ее окрестности и другие крупные города России.

Для лучшего понимания следующего ниже текста мы приводим на рисунке фрагмент родословного дерева семьи Капцовых.



Родоначальником семьи в приведенном фрагменте является дедушка Н.А. Капцова — Капцов Сергей Алексеевич (1816-1892 гг.), купец первой гильдии, торговавший шелковыми товарами. Вот сведения о нем, почерпнутые из ежегодного справочника "Вся Москва" (за 1881 год):

"Капцов Сергей Алексеевич, в купечестве с 1849 года, потомственно-почетный гражданин города Москвы, торговал шелковыми товарами в Большом Ветошном ряду. Служил ценовщиком уплаты благочиния в 1860 году, комиссионером Городской казны (1866-



1876 г.). Состоит комиссионером Московского Благотворительного общества 1837 года с января 1876 года и Гласным Московской Городской Думы. В семье его состоит сын Александр, 30 лет, который является Почетным членом дома призрения и ремесленного образования бедных детей в С.Петербурге". Эта цитата показывает, что Сергей Алексеевич Капцов, его сын Александр Сергеевич были уважаемыми в обществе людьми.

Супруга Сергея Алексеевича — Ксения Васильевна Капцова, также была Потомственно-Почетной Гражданкой города. К сожалению, ее девичья фамилия нам неизвестна.

Особое внимание надо уделить сыну Сергея Алексеевича и Ксении Васильевны Капцовых, Александру Сергеевичу — отцу Николая Александровича. Он, как и его отец, был Гласным Городской Думы с 1889 по 1893 год, Потомственным Почетным Гражданином. Но главное, что подтверждают документы, это то, что Александр Сергеевич был широко известным среди московского купечества меценатом, сделавшим крупные взносы в строительство начальных училищ и расширение Алексеевской психиатрической больницы. Этой стороне деятельности купца первой гильдии Александра Сергеевича Капцова, также как и его отца, торговавшего шелковым товаром, мы посвятим ниже раздел.

Супруга Александра Сергеевича Анна Михайловна Капцова, урожденная Залогина, принимала в меценатской деятельности мужа живейшее участие. После его смерти в 1897 году по мере своих возможностей она продолжила дело Александра Сергеевича. По происхождению она также была купчихой первой гильдии и имела звание Потомственно-Почетной гражданки. По свидетельству знавших ее людей Анна Михайловна была человеком бесконечной доброты и отзывчивости.

У Анны Михайловны и Александра Сергеевича было три сына. Их судьба сложилась по-разному. В годы сталинских репрессий погибли два младших брата Николая Александровича — Сергей и Михаил. Михаил был привлечен по сфабрикованному делу Промпартии и в 1930 году расстрелян. Сергей был арестован, как пишет Николай Александрович в своей автобиографии, по делу о кредитных товариществах. Сейчас удалось выяснить, что сфабрикованное и ныне снятое обвинение звучало несколько иначе: "За организацию сборов средств для помощи политзаключенным и организацию их побегов". Сергей был осужден на 10 лет тюрьмы и умер в



ссылке в 1932 году. В живых остался только Николай Александрович, который в годы ареста братьев полностью отказался (НЭП) от коммерческой деятельности и с головой ушел в науку. После демобилизации из армии по состоянию здоровья в 1918 году он немедленно продолжил прерванную работу в Московском университете будучи до 1921 года внештатным сотрудником. О том, какие научные работы были выполнены Н.А. Капцовым в первые годы советской власти, будет сказано позднее.

Здесь надо подчеркнуть, что несмотря на страшные удары, нанесенные революцией семье Капцовых, и особенно Анне Михайловне Капцовой, потерявшей по сути дела все, что по праву имела, несмотря на фактический распад большой семьи Капцовых, Николай Александрович остался истинным патриотом своей родины и отдал все свои силы и здоровье процветанию русской науки.

Мы остановимся на вопросе о возможном происхождении купеческой семьи Капцовых, рассмотрим материалы, сохранившие сведения о Н.А. Капцове в детские и юношеские годы и, по возможности, постараемся показать, что послужило воспитанию Н.А. Капцова как человека.

Существует версия о возможных более древних корнях купцов Капцовых. Она основана на исторических сведениях о торговых путях купцов, торговавших шелковыми товарами. Великий Шелковый путь проходил из Китая до Константинополя. В Россию товары (шелковые и шерстяные ткани, оружие, вина) шли через Черное море и порты Сурож (Судак), Кафа (Феодосия), Керчь и далее на север в Москву и другие города. Богатые московские купцы, торговавшие с Югом, назывались "сурожскими гостями". В XIV веке они были очень заинтересованы в освобождении от татар Золотой Орды земель, прилегающих к Дону и лежащих на пути от Москвы к черноморским портам. Желая покончить с игом грабивших их татар, десять наиболее именитых "сурожских гостей" пожелали участвовать в Куликовском сражении князя Дмитрия на Дону в 1380 году. Русская летопись сохранила имена этих купцов, среди которых на первом месте стоит Василий Капца (варианты Капица, Палица). (Полное Собрание Русских Летописей ПСРЛ, том XI, стр. 54).

Трудно поверить, что за прошедшие более 600 лет сохранилась прямая ветвь родословной семьи Капцовых. Нам удалось найти лишь факт существования такой фамилии в XVII веке: в Ономастиконе (сборник фамилий и прозвищ) С.В. Веселовского имеется за-



пись "Капца Василий, 1661 год, Ростов". Известно, что восточнее г. Ростова существовала деревня Капцово. Обращает на себя внимание, что город Ростов и деревня Капцово расположены вблизи основных когда-то шелково-ткацких областей России.

Разумеется, приведенные факты нельзя рассматривать, как документальное подтверждение древнего происхождения купеческого рода Капцовых. Они являются лишь правдоподобной гипотезой.

МЕЦЕНАТСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РОДИТЕЛЕЙ

Более 100 лет тому назад, 5 мая 1892 года Городской Голова Москвы Н.А. Алексеев довел до сведения Гласных Думы следующее заявление Гласного Думы Александра Сергеевича Капцова:

"Имею честь заявить Городской Думе, что я желаю пожертвовать городу, в память моего покойного отца Сергея Алексеевича Капцова, капитал в сто девяносто тысяч (190 000) рублей для устройства городского начального училища имени Сергея Алексеевича Капцова на 200 мальчиков".

Купцу первой гильдии, члену финансовой комиссии городской Думы, необходимость устройства начальных училищ в центре Москвы была особенно ясна. Он знал, что город испытывает финансовые трудности, что это сдерживает развитие образования, и решил пожертвовать городу часть прибыли, полученной от производства и продажи шелковых тканей. При этом Александр Сергеевич не ограничился пожертвованием денег, но сам лично вникал в проектирование здания училища, в оборудование, оснащение его специальной мебелью и хорошими учебными пособиями, в обустройство быта педагогического состава вплоть до мелочей.

Александр Сергеевич был озабочен не только финансированием строительства училища, но и дальнейшим обеспечением его финансовой самостоятельности. Такая самостоятельность позволила бы вести каждый-дневный учебный процесс без какой-либо денежной дотации со стороны города, что в дальнейшем и было реализовано вплоть до 1917 года. Для этого означенное пожертвование (190 000 рублей) производилось на следующих условиях:

1. Восемьдесят тысяч (80 000) рублей вносилось в городскую казну кредитными билетами с тем, чтобы на эти деньги было пост-



роено Городской Управой по составленному архитектором Д.Н. Чичаговым проекту*), здание для училища и квартир учащего персонала на городской земле, находящейся по Леонтьевскому переулку (бывшее Шведско-Норвежское подворье). Ныне этот участок расположен на Тверском бульваре, позади нового здания театра МХАТ.

2. Сто десять тысяч (110 000) рублей вносилось гарантированными правительством облигациями Общества Курско-Киевской железной дороги с тем, чтобы этот капитал оставался неприкосновенным, а проценты с него вполне достаточные, по существующим штатам, для обеспечения содержания училища, расходовались на этот последний предмет ...

В случае согласия Городской Думы принять пожертвование А.С. Капцова на выше означенных условиях весь капитал будет внесен А.С. Капцовым в городскую кассу; Городское же Управление благоволит с своей стороны представить ходатайство в установленном порядке о разрешении наименовать учреждаемое училище "Городским начальным училищем имени Сергея Алексеевича Капцова".

... Уже через две недели на заседании Городской Думы 19 мая 1892 года было заявлено, что деньги пожертвованные А.С. Капцовым, внесены им в городскую кассу в количестве 190 000 рублей.

Городская Дума на заседании 26 мая постановила просить А.С. Капцова быть попечителем нового училища и считать его избранным на три года.

2 сентября 1892 года было получено разрешение на присвоение открываемому училищу имени Сергея Алексеевича Капцова.

В июне месяце 1892 года было приступлено к постройке учреждаемого училища, и почти окончательно отделано оно было в августе месяце 1893 года. С этого года вплоть до 1917 года училище работало в собственном здании при постоянной опеке со стороны семьи Капцовых.

Три года спустя (в 1895 г.) после пожертвования на устройство мужского училища А.С. Капцов внес новое крупное пожертвование на устройство училища имени покойной матери своей, Ксении Васильевны Капцовой, на 250 девочек.

* По проекту архитектора Д.Н. Чичагова построены здание Городской Думы на площади Революции, в котором с 1936 г. размещается Центральный музей В.И. Ленина, здание библиотеки им. И.С. Тургенева у Кировских ворот и др.



Общий пожертвованный на устройство этого училища капитал составлял 170 000 рублей, которые делились на две части, аналогично ранее пожертвованному капиталу на устройство мужского училища.

Уже в 1897 году начались занятия в построенном архитектором М.К. Гоппенером новом двухэтажном здании, которое располагалось полукругом на углу Шведского и Малого Гнездниковского переулков, рядом с Капцовским мужским училищем.

Полное описание мужского и женского Капцовских училищ может стать темой отдельной публикации. Здесь представляет интерес привести сведения о сословном составе учащихся детей на примере произвольно выбранного 1900 года: дети крестьян — 52%, мещан — 22,3%, солдат — 15,5%, дети привилегированных сословий и разночинцев — 10,2%.

Несмотря на все катаклизмы начала двадцатого века, время пощадило здания училищ. До 1917 года здания эксплуатировались по назначению. Со временем оба училища были объединены под одной крышей, а в 1952 году в связи с реконструкцией улицы Станиславского (так некоторое время назывался Леонтьевский переулок) надстроены. Образовалось одно четырехэтажное здание. Жаль, что при этом оно потеряло своеобразный архитектурный колорит, первоначально заложенный архитектором Д.Н. Чичаговым, и бережно сохраненный архитектором М.К. Гоппенером.

С тридцатых годов в объединенном здании училищ начала работать общеобразовательная школа, ставшая одной из лучших школ в Москве. Неоднократно менялся номер школы (131, 31, 1242 и, наконец, сейчас — гимназия 15/20), но неизменно сохранялись традиции, как бы заложенные добрым поступком Александра Сергеевича Капцова.

В гимназии 15/20 преподавание ведется по современным типовым усовершенствованным программам, составленным преподавателями гимназии. Программы постоянно модернизируются.

Характерно, что за примерно пятьдесят лет существования школы-гимназии директор ее менялся лишь дважды. Нынешнее руководство гимназией в лице ее директора, заслуженного учителя Российской Федерации, Веры Александровны Степановой и ее ближайших помощников, Елены Константиновны Ивановой и до недавнего времени Валерия Евгеньевича Гаврилова, бережно сохраняют традиции школы-гимназии.



В школе открыт музей ее истории. Руководству гимназией удалось возродить имя школы, и теперь с разрешения Правительства Москвы у парадного входа в гимназию вновь висит памятная доска: "Гимназия 15/20 имени Капцовых".

После смерти в 1897 году А.С. Капцова роль попечительницы училищ выполняла Анна Михайловна. Семья Капцовых, как уже отмечалось, продолжала на собственные средства содержать училища, всячески способствуя развитию начального образования в городе в целом.

Интересно отметить, что в здании училища 10 марта 1898 года на конспиративном собрании членов московского "Союза борьбы за освобождение рабочего класса" был избран 1-й Московский комитет РСДРП. В революцию 1905-1907 годов в помещении училища состоялось собрание бастующих типографских рабочих, стачка которых явилась прологом всеобщей Октябрьской политической стачки. В марте-июле 1917 года в здании училищ помещался МК РСДРП(б), редакция газеты "Социал-демократ" и журнала "Спартак". (Энциклопедия "Москва, 1980, стр. 293).

Бескорыстное устройство отцом и матерью Н.А. Капцова начальных училищ и постоянная забота об их деятельности, а также другие пожертвования безусловно оказали добрую службу в воспитании братьев Капцовых.

А.С. Капцов наряду со строительством училищ сделал ряд других пожертвований городу Москве. Они сведены за время с 1889 по 1903 годы в нижеследующую таблицу:

Год	Назначение пожертвования	Сумма в рублях
1889	на призрение душевнобольных	3000
1892	для раздачи бедным	1000
1895	для попечительства о бедных	2000
1897	на расширение Алексеевской больницы для умалишенных	82000
1897	на койку в Алексеевской больнице	8000
1897	для попечительства о бедных	10000
1897-1903	в пользу попечительства о бедных	по 1000 в год

Часть этих денег была передана после смерти Александра Сергеевича по его духовному завещанию.



Можно по разному относиться к жертвователям, например, считать, что пожертвования преследуют одну цель — отмыwanie грехов.

Однако, не пора ли измерять благотворительную деятельность меценатов настоящей меркой и оценивать не только пожертвованный капитал, но и труд по реализации этого капитала на создание школы (семья Капцовых), общедоступного театра (С.Т. Морозов), частного литературно-театрального музея (А.И. Бахрушин), знаменитой художественной галереи (братья П.М. и С.М. Третьяковы) и др. Следует отметить, что меценаты чаще всего были купцами или фабрикантами, по настоящему преданными своему делу. Они внесли серьезный вклад в хозяйство страны.

Сыновья Александра Сергеевича и Анны Михайловны безусловно учились у родителей и в этом отношении.

Сведения о пожертвованных Капцовыми суммах почерпнуты нами из книги "Городские учреждения Москвы, основанные на пожертвованиях", издание Московского городского общественно-го управления, Москва, 1906 г.

ДЕТСКИЕ ГОДЫ. ГИМНАЗИЯ

Первоначальное образование Николай Капцов получил в семье. Об этом мы узнаем из дневников, которые он вел. Вот некоторые отрывки из них.

"Я встал в 8 час. 15 мин., и когда оделся, пошел поздороваться с мамой и папой и затем выпил три чашки кофею и скушал несколько гренков. После завтрака у нас бывают уроки музыки: сперва Миша 3/4 ч., потом я 3/4 ч., потом Сережа также 3/4 ч. (Миша и Сережа — младшие братья Николая). После музыки я смотрел на Солнце через телескоп, причем увидел, что большие пятна, бывшие накануне у левого края его, ушли, и на Солнце остались два маленьких пятнышка. После наблюдения пятен я поставил в трубу земной окуляр и показывал Аминьево в неё.

Потом мы пили чай. После чая я читал папе историю и кончил пятую книгу. В 4 ч. 40 м. мы поехали на станцию встречать В., который привез шестой выпуск истории..."

"Погода была теплая. Утром с учителем был первый урок географии. Географию мы начали с повторения. Затем был первый урок



закона Божьего. Закон Божий мы также начали с повторения. Карл Матвеевич был доволен мной. После обеда мадам читала по-французски от 3 ч. до 3 ч. 40 м. (Мадам — здесь гувернантка, Милда Карловна Хайн, впоследствии тетя второй жены Н.А. Капцова).

... У мамы крестной (она живет в Савинском переулке близ Девичьего Поля) ... рассматривали красильную фабрику, где видели: печь, топимую нефтью, которая вырабатывает пар всем отделениям, главную паровую машину английской работы, а также насос, качающий 8000 ведер в час, и много разных других машин, которые расчесывают материю, красят ее большими валами, на которых выдавливают рисунки, моют, придают больше живости краскам посредством пара и т.д. Мы были также в отделении, где варят краски".

Коля Капцов любил кататься на велосипеде, совершал дальние прогулки, неплохо играл в шахматы, увлекался составлением планов дачных строений и местности, любил читать книги, особенно на исторические темы.

Из дневников Коли Капцова следует, что семья Капцовых была, если можно так сказать, в меру религиозной. Члены семьи по праздникам обязательно посещали церковь и, в частности, восстановленный ныне храм Христа Спасителя.

Родители много внимания уделяли воспитанию в братьях порядочности, честности, уважения к людям, в том числе и к стоявшим ниже на общественной лестнице или нуждавшимся в помощи. Особенно ярко эти качества отражены в гимнастическом сочинении, написанном семнадцатилетним гимназистом Николаем Капцовым на тему: "Чем следует руководствоваться при избрании жизненного пути". К изложению сути этого сочинения мы ниже еще вернемся.

С 1893 года по 1900 год Николай Капцов учился во 2-й Московской мужской гимназии. Учился хорошо. Из содержания его дневников мы знаем, например, что в январе–апреле 1895 года имел по всем предметам оценку "5". Он изучает следующие иностранные языки: латинский, греческий, французский и немецкий.

Из всех предметов он выделял математику (алгебру и геометрию), а из внепрограммных предметов — астрономию. Родители всячески поддерживали интерес Коли к астрономии и подарили ему небольшой телескоп.

Молодой и энергичный учитель математики П.В. Кашин умел заинтересовать ребят своим предметом и несомненно явился од-



ним из стимулов поступления Николая Александровича на математическое отделение физико-математического факультета Московского университета после окончания гимназии.

Много лет спустя, в 1948 году, П.В. Кашин присутствовал на торжественном заседании в университете, посвященном 65-летию со дня рождения и 25-летию научной и педагогической деятельности профессора Н.А. Капцова в МГУ. В своем ответном выступлении Николай Александрович, в частности, сказал: "Мне кажется, что многое из всего того, что здесь говорилось, преувеличено, и если что-нибудь и было сделано, то этим я обязан многим. Если мы посмотрим исторически, на давние времена, то я прежде всего должен принести горячую благодарность П.В. Кашину, который здесь присутствует, и у которого я учился в гимназии. Он был человеком, который заложил во мне любовь, если не просто к физике, то к физико-математическим наукам. Его преподавание значительно помогло мне, когда я из гимназии попал в университет. Это было 50 лет тому назад".

В архиве Московского Государственного Университета сохранились подлинники тетрадей с русскими сочинениями, написанными учеником восьмого класса 2-й Московской мужской гимназии Николаем Капцовым в 1900 году. Тогда Николаю Капцову только что исполнилось 17 лет. Он оканчивает гимназию с общей отметкой по всем предметам "весьма удовлетворительно".

Ознакомление с содержанием школьных сочинений позволяет судить о мировоззрении и жизненных устоях семьи Капцовых, поддерживавшихся после смерти Александра Сергеевича (1897 г.) Анной Михайловной Капцовой. Мы не будем навязывать читателю свое мнение, а ограничимся здесь лишь перечнем сохранившихся тем сочинений, а текст одного из них приведем для примера. Список тем сочинений позволяет судить, чему учили гимназистов в России в конце девятнадцатого века. Вот перечень тем:

1. Роль христианской религии на Руси
2. Поэзия Кольцова и сельский труд
3. Воспитательное значение народной поэзии
4. Антигона и Орлеанская дева, как образцы женского героизма
5. Чем следует руководствоваться при избрании жизненного пути?

Как показывает перечень, каждая из этих тем требует для ее раскрытия достаточно глубоких знаний, а последняя тема в зависи-

мости от воспитанного в учащемся мировоззрения может раскрываться совершенно по разному. Как раскрывает эту тему Николай Капцов — судите сами. В нашем распоряжении немного сокращенный текст сочинения и его план:

I. Цель жизни и значение жизненного поприща.

- 1) Взгляд древних на цель жизни.
- 2) Земная жизнь с точки зрения христианства.
- 3) Необходимость труда и избрания жизненного поприща.

II. Чем следует руководствоваться при избрании жизненного поприща?

A. Можно ли руководствоваться:

1) стремлением к славе?

- а) Призрачность славы.
- б) Жажда славы ведет к презрению прав ближнего и к преступлениям.
- в) Добрая слава.

2) стремление к обогащению? Страсть к золоту так же опасна в нравственном отношении, как жажда славы.

Б. В какой степени можно руководствоваться призванием?

1) Необходимость зарабатывать насущий хлеб для себя и для других.

2) Призвание может быть кажущееся.

3) Что делать с истинным призванием?

- а) Когда человек ничем не связан.
- б) Когда на его руках семья, или родина требует его служения.

III. Всякая истинно полезная деятельность равно почетна.

Далее следует несколько сокращенный текст сочинения.

"В различные времена люди неодинаково смотрели на жизнь и назначение человека. Древние думали, что цель жизни — наслаждение. ... Впрочем, уже в древности существовали начатки другого направления, отразившегося в пословице "Следует есть для того, чтобы жить, а не жить для того, чтобы есть". Христианство совершенно перевернуло мировоззрение человека, указав ему новые идеалы, пролив новый свет на значение и цель жизни. ...

Теперь люди все более и более проникаются сознанием необходимости любви к ближнему, яснее понимают вред и неестественность узкого эгоизма. Теперь требуют не только того, чтобы каж-



дый жил своим трудом, но и того, чтобы всякий человек приносил по мере сил и возможности пользу людям. Поэтому всякий, не желающий прослыть лишним человеком, бездельником должен работать для общей пользы; а для этого каждому необходимо избрать какое-нибудь жизненное поприще, то есть наметить тот путь, по которому он намерен идти в жизни, то дело, которому хочет посвятить свои силы. О достоинстве человека ... судят на основании того, как он прошел свое жизненное поприще, как применил свои силы и способности, талант и даже капитал, если последний был у него. Пуста и бесплодна жизнь человека, живущего только для своего удовольствия на капитал, накопленный деятельными и бережливыми предками; ничего она не приносит кроме душевной тоски и скуки. Также лишена живого содержания и бесцельна жизнь человека, не избравшего определенного поприща; деятельность его беспорядочна; то он хватается за сотню дел и не доканчивает ни одного из них, то с горя проводит время в праздности, а часто и разгуле...

Только наметив себе определенную цель и неуклонно идя к ней в продолжении всей своей жизни, можно быть истинно полезным. Чем же руководствоваться при избрании жизненного поприща? Не естественным ли влечением души? Да, но эти влечения бывают разные. Ведь и стремление к удовольствиям и наслаждению можно, пожалуй, назвать естественным, но как же руководствоваться ими при избрании жизненного поприща? Точно также есть люди, которые чувствуют страшную жажду славы: им все равно, на каком бы поприще ни продвинуться, лишь бы результатом их усилий была слава — блестящий, но, увы(!), неспособный удовлетворить людскому тщеславию и скоро преходящий призрак, при этом человек часто не разбирает средств, идет к славе напролом и губит всякого, стоящего ему на дороге.

Нет, стремлением к славе нельзя руководствоваться при избрании жизненного поприща. Есть другого рода слава, не отгуманивающая голову, не побуждающая ни к презрению блеска и прав ближних, ни к злодейству. Эта слава, сопровождающая все истинно добрые и полезные деяния, не только великие и громкие, но также скромные и малые. Такая слава является не вдруг; иногда ей предшествует презрение окружающих и даже осмеяние; иногда она является только после смерти человека, а то и много лет спустя после его жизни. Такой славы нельзя добиться искусственно; она сама



является завершением всякой полезной для человечества деятельности. Эта слава — "доброе имя человека".

Еще больше честолюбия деятельностью людей руководит стремление к обогащению. "На земле весь род людской чтит один кумир священный. Тот кумир телец златой; он царит над всей вселенной", говорит в "Фаусте" Мефистофель. Не довольно ли здравого смысла и многочисленных примеров истории, чтобы понять всю неестественность и дикость стремления к наживе для наживы? Само человечество издавна осудило свое поклонение "золотому тельцу". Да, страсть к золоту также ведет к наживе, также противна любви к ближнему и, следовательно, влечет за собой такие же угрызения совести и душевную муку, как и стремление к славе. Конечно, отсюда не вытекает, что человеку предосудительно заботиться честным образом об улучшении своего материального положения, или честным путем приобретать капитал, чтобы, отнюдь не делая золото своим идолом, употреблять его на полезные промышленные предприятия или на пользу науки и вообще на благо ближних. Но если ставишь обогащение целью своей жизни, то сильно рискуешь сделаться по меньшей мере кем-нибудь вроде ... Плюшкина, а то и Скупого рыцаря. С другой стороны, необходимость зарабатывать насущий хлеб заставляет большинство людей при избрании жизненного поприща иметь в виду прежде всего приобретение средств для существования. Иногда "копить деньги" является даже обязанностью человека, если на его руках большая семья, лишенная средств, или даже одна старушка-мать, малолетняя сестра. Как часто эта печальная необходимость идет наперекор всем душевным стремлениям человека, который принужден из-за материальных соображений посвятить себя совсем не тому, к чему чувствуешь себя привязанным! А надо ли говорить о том, какое великое значение имеет природное призвание человека. Как успешно идет дело, к которому он чувствует охоту, как полезна бывает деятельность. Как же поступить в том случае, когда встает грозный и неизбежный вопрос: зарабатывать деньги на поприще нисколько не привлекательном, или, "махнув рукой на все", отдаться своему призванию и идти к исполнению одной давно взлелеянной в своем сердце мечты? При разрешении этой дилеммы следует внимательно отнестись к своему призванию и взвесить все свои силы и дарования. Призвание может быть кажущееся; его может вызвать жажда славы, соединившись с болезненной игрой фантазии. Поэтому то и очень важно испытать свои силы прежде, чем вступать на поприще, к которому считаешь себя призванным. И если эти силы малы и недостаточны,



то понятно, призванию отдаться нельзя и надо попробовать способности на чем-нибудь другом, или, оставив мысль о "всемирной славе", заботиться о том, чтобы честно прожить свой век, зарабатывая на пропитание и себе и ближним. И такая жизнь не непременно бесцветна и чужда героизма: можно быть великим в малом, честно и добросовестно исполняя свое дело. ... Но если окажется, что призвание истинное, что способности или талант неоспоримы, а материальное положение не позволяет отдаться им, как тут быть? Истинного гения ничто не может остановить; он пробьет себе дорогу, достигнет цели, несмотря ни на какие лишения, и в то же время не оставит без деятельной помощи близких людей, хотя бы это стоило ему невероятных усилий. Таков был, например, знаменитый физик Фарадей, таков наш Ломоносов. Но то гении, идущие впереди всего человечества, у них и силы громадные; а что делать обыкновенным простым смертным, одаренным талантом, но все же не гениальным? ... Если человек ничем не связан, если он зарабатывает пропитание только для себя одного, то зачем ему не удовлетворить своему призванию, зачем не идти к раз избранной цели, в сознании, что деятельность его плодотворна, хотя бы пришлось терпеть и холод, и голод, и нужду и лишаться всех удовольствий и радостей жизни, словом отречься от самого себя? Постыдно было бы таланту отказаться от своего призвания для блестящей или выгодной карьеры или просто хоть и для скромного, но все же "тепленького" местечка. Но если есть ближние, связанные с человеком кровными узами родства и нуждающиеся в поддержке, то может ли он бросить их? Также, если отечество требует от него совсем другой деятельности, или нуждается в нем для своей защиты, то не должен ли он бросить свое призвание и стать под знамена родины? Самоотвержение равно почетно. Отказывается ли человек от своей пользы для совершения одного великого дела на благо человечества, или отрекается от своего призвания на пользу ближних и родины. Счастлив, кто может одновременно отдаться призванию и не оставить семьи и отечества; но счастлив и тот, кто может сказать, что исполнил долг перед людьми, хотя и не трудился на пользу всего человечества, а только "в поте лица своего" поддерживал близких ему людей! Заметим в заключение, что все равно, на каком бы поприще ни трудился человек, лишь бы он трудился..."

Из текста сочинения, а также дневниковых записей можно сделать заключение о мировоззрении Николая Капцова и уровне воспитания в гимназии и дома.



УНИВЕРСИТЕТ. РОЛЬ П.Н. ЛЕБЕДЕВА. ВОЕННАЯ СЛУЖБА

После окончания 2-й Московской гимназии в 1900 году Николай Александрович поступил в Московский университет на математическое отделение физико-математического факультета.

Самым значительным событием в жизни Н.А. Капцова во время пребывания в университете была его работа под руководством знаменитого русского физика Петра Николаевича Лебедева. Расскажем подробнее как встретились профессор П.Н. Лебедев со студентом Николаем Капцовым.

В 1900 году П.Н. Лебедев вернулся из Европы, где был удостоен ученой степени доктора философии Страсбургского университета. В этом году произошло знаменательное для русской науки событие: П.Н. Лебедев выступил на Всемирном конгрессе физиков в Париже, где сделал сообщение о своих успешных экспериментах по измерению давления света на твердые тела, что принесло ему мировое признание. После возвращения в Россию для реализации его идей в университете П.Н. Лебедеву была предоставлена возможность работы в помещении физического практикума на базе лаборатории, основанной в 1891 году А.Г. Столетовым. Часть приборов лаборатории, использовавшихся Лебедевым, была размещена за черной занавеской вперемешку с приборами практикума. Измерения в таких условиях могли производиться только во второй половине дня, когда кончались занятия студентов в практикуме, то есть после трех часов.

Кроме помещения П.Н. Лебедев нуждался в толковых и инициативных помощниках. И тут оказалось, что работа в тесноте имела свои положительные стороны. Петр Николаевич имел полную возможность познакомиться со студентами, работавшими в практикуме, определить уровень их знаний и желание работать в области теории или эксперимента. Из способных студентов он привлекал к себе в лабораторию толковых помощников, создавая научный коллектив.

В те времена каждый студент должен был написать так называемое сочинение по физике, тему которого надо было получить у одного из профессоров. Это была компилятивная, нетворческая работа, сводившаяся к пересказу содержания рекомендованных студенту книг и учебников. Вопрос выбора специальности сводился к



выбору профессора-руководителя. Профессор, согласившийся контролировать работу студента, рекомендовал последнему тему для сочинения. Многие студенты считали работу над сочинением простой формальностью и выбирали темы попроще.

Стремясь получить максимум знаний и заняться серьезной работой, Н.А. Капцов решил попросить тему для сочинения у профессора П.Н. Лебедева. Это был разумный шаг, определивший дальнейшую деятельность Николая Александровича в науке. Совершенно неожиданно для него выяснилось, что П.Н. Лебедев также считает написание сочинений по физике никчемным делом. Он сказал студенту Капцову: "Тем для сочинения я не даю, а если хотите работать по физике, приходите". Этот разговор между Н. Капцовым и П.Н. Лебедевым состоялся, когда Капцов был еще студентом второго курса. В дальнейшем, Лебедев продолжал исподволь наблюдать за работой Капцова. Он не спешил делать выбор. Но когда наступило время, решительно заявил: "Я ему давно обещал, что он будет работать у меня"*).

Так началась работа Николая Александровича у Лебедева. Петр Николаевич в то время не сформулировал сразу основную задачу, а дал вступительную небольшую работу — воспроизвести для волн, распространяющихся по поверхности воды, явления отражения, преломления и т.д. Когда Николай Александрович с этой задачей справился и предоставил Петру Николаевичу обширный проект опыта, то последний сказал, что настоящая тема для Николая Александровича — изучение давления волн, распространяющихся по поверхности жидкости, при встрече с препятствием на их пути. Когда исследование было завершено, Лебедев потребовал не обычного лабораторного отчета, а такой работы, которую можно было бы послать в печать.

Результаты работы Николая Александровича определились за полгода до общего государственного экзамена, который состоялся в декабре 1904 года. По совету П.Н. Лебедева он посвятил эти полгода редактированию текста готовящийся к печати статьи и подготовке к государственному экзамену. По свидетельству Николая Александровича текст статьи редактировался Петром Николаевичем пять

*) Слова П.Н. Лебедева и другие материалы этого раздела мы взяли из статьи Н.А. Капцова «П.Н. Лебедев и его школа» // Труды Института истории естествознания и техники, т. 28, Москва, 1956 г., Академия наук СССР.



раз. Попутно по указанию П.Н. Лебедева Николаем Александровичем были сделаны дополнительные измерения и расчеты. Такую школу по написанию научных статей проходили все ученики Петра Николаевича. Такое же придирчивое отношение к результатам своих работ унаследовал у Петра Николаевича и Николай Александрович Капцов.

После обучения в Московском университете Николай Александрович был удостоен диплома первой степени. По всем предметам, а именно: 1) сочинению, 2) письменным ответам по математике, физике и механике, 3) устным ответам по математике, физике и механике, 4) предметам дополнительного испытания по теории тепла, электромагнитной теории света он получил оценки "весьма удовлетворительно".

Продолжительность основного обучения на физико-математическом факультете составляла в начале XX века четыре года. Однако, обладатель диплома первой степени имел право продолжить учебу еще в течение двух лет для подготовки к профессорскому званию. Этим правом Николай Александрович воспользовался. Он продолжил работу в лаборатории П.Н. Лебедева до сентября 1906 г.

Из сохранившихся документов следует, что в сентябре 1906 года Н.А. Капцов был вынужден оставить занятия наукой.

Причиной этого был призыв Николая Александровича на действительную военную службу сроком на один год. Сначала он служил рядовым (вольноопределяющимся), затем — младшим унтер-офицером во 2-й Московской Инженерной Дистанции.

С 1907 по 1914 года Николай Александрович, как он пишет в своей автобиографии, участвовал в торгово-промышленном предприятии семьи Капцовых в качестве его совладельца. Мы предполагаем, что это требовало от него много времени и сил и создавало такую ситуацию, когда ему пришлось пожертвовать любимым делом в полном соответствии с изложенными в гимназическом сочинении мыслями о выборе жизненного поприща. В 1907 году Николай Александрович, по существу, пожертвовал своими научными занятиями и как старший брат принял на себя ответственность за семью Капцовых. В результате Сергей Александрович смог окончить Гейдельбергский университет. Старшая Анна Михайловна получила умного и старательного помощника в торгово-промышленных делах, семейных обязанностях и заботах о состоянии дел в училищах, построенных на средства семьи Капцовых.



В 1914 году во время первой империалистической войны Н.А. Капцов был призван в армию по мобилизации. После шестимесячного пребывания на фронте произведен в прапорщики и служил младшим офицером, а затем начальником кабельного отделения 3-й Сибирской отдельной телеграфной роты, входившей в состав 5-й армии Северо-Западного фронта. В декабре 1917 года Николай Александрович был демобилизован из-за близорукости и взят на учет Военно-технических сил Республики.

К научной работе он вернулся в 1918 году, и дальнейшая деятельность его будет описана ниже.

ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ Н.А. КАПЦОВА. РАЗВИТИЕ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ, ПРОБЛЕМЫ РАДИОФИЗИКИ

С 1918 г. Николай Александрович Капцов стал работать внештатным сотрудником Физического института Московского университета. В начале 1923 года он был зачислен научным сотрудником 1-го разряда в недавно созданный НИИ Физики и кристаллографии и ассистентом кафедры физики МГУ. Одновременно работал в вакуумном отделе Государственного Экспериментального Электротехнического Института, впоследствии получившего название Всесоюзного Электротехнического Института (ВЭИ).

В университете Николай Александрович вел семинарские занятия по общему курсу физики, а также читал лекции по предмету, тогда носившему название "Вакуумтехника". Одновременно он руководил разделом вакуумной техники в лаборатории специальных работ практикума.

В эти годы электровакуумная промышленность только начинала развиваться. В Москве и Ленинграде создаются мощные электроламповые заводы. Николай Александрович организовал первый университетский центр подготовки специалистов-физиков по процессам в электровакуумных приборах. С 1928 года Н.А. Капцов начал работать в качестве руководителя физической лаборатории на Московском электроламповом заводе (МЭЛЗ). Позднее он стал техническим руководителем цеха приборов газового разряда, в котором впервые в СССР было организовано производство фотоэле-



ментов для звукового кино, а также сигнальных неоновых ламп. Работа шла успешно. Так, например, Ленинградский завод киноаппаратуры после успешных испытаний по качеству новых в то время (1940 г.) типов элементов СЦВ-4 и ЦГ-4 обратился к МЭЛЗ с просьбой скорейшего освоения их производства. Под руководством Николая Александровича группа сотрудников завода (Коновалов, Яшин, Борисов, Вознесенская, Королев, Перельман и др.) выполнила ряд экспериментальных и теоретических работ по изучению перехода несамостоятельного разряда в самостоятельный, по влиянию малых добавок различных газов к основному на напряжение зажигания разряда и др. Эти исследования сыграли существенную роль при организации производства ионных приборов, фотоэлементов и новых источников света.

В 1931 году после образования Физического отделения МГУ Н.А. Капцов назначается заведующим кафедрой и лабораторией электрических явлений в газах. С 1924 по 1935 гг. Николай Александрович читает курсы лекций по вакуумтехнике и электрическим явлениям в газах в Московском Энергетическом Институте, а в 1946-1952 гг. — в Московском Химико-Технологическом Институте им. Д.И. Менделеева. В 1935 году Высшая Аттестационная Комиссия присвоила Н.А. Капцову ученую степень доктора физических наук по совокупности работ без защиты диссертации.

В 1933 году вышла книга Н.А. Капцова "Физические явления в вакууме и разряженных газах" (2-е издание в 1937 г.). В ней отражен его богатый опыт работы с вакуумными установками, измерительной техникой и теорией различных типов насосов и вакуумных систем. Книга получила широкое распространение и оказала неоценимую помощь работникам заводских лабораторий, научно-исследовательских учреждений и ВУЗов, имеющих дело с вакуумной техникой.

В более поздней книге Николая Александровича "Электрические явления в газах и вакууме" (издания 1947 и 1950 гг.) введена отдельная глава, посвященная элементам вакуумной техники и основам технологии изготовления вакуумных и газоразрядных приборов. Через своих учеников и сотрудников он стремился повышать уровень вакуумной культуры в Университете, Московском Энергетическом институте и Химико-Технологическом институте им. Д.И. Менделеева.



В качестве примера заметим, что в 1964-1965 гг. Николай Александрович поручил своему бывшему аспиранту П.С. Булкину чтение факультативного курса лекций "Физические основы вакуумной техники" для студентов кафедры электроники и других кафедр, где использовалась вакуумная техника. П.С. Булкин существенно переработал содержание и теоретические основы лабораторной работы по вакуумной технике в общем физическом практикуме физического факультета и продолжительное время являлся руководителем этой лаборатории. В 1963 году по предложению Николая Александровича П.С. Булкин был командирован в Высшую Школу Электротехники г. Ильменау (ГДР), где прочитал на немецком языке курс лекций "Введение в вакуумную технику" для студентов и технического персонала, а также оказал помощь в создании учебных лабораторных работ. В настоящее время многие сотрудники факультета обращаются к доценту П.С. Булкину за консультацией по практическим вопросам работы вакуумных установок.

В новом здании факультета на Ленинских Горах по инициативе профессора Н.А. Капцова был организован стеклодувный практикум. Хотя в нем обучались студенты младших курсов, курировать его должна была кафедра электроники. Его задачей было ознакомление с методами получения и измерения вакуума и, что самое важное, приобретение основных практических навыков работы со стеклянными трубками. Студент должен был уметь резать трубку, согнуть ее под определенным углом, спаять две трубки друг с другом, сделать отверстие в трубке определенных размеров, изготовить пробирку, научиться обращаться с газовой горелкой. Особое внимание уделялось технике безопасности при работе с газовой горелкой и горячим стеклом.

Этот практикум по своим основным целям был аналогичен механическому практикуму факультета и давал студенту опыт, необходимый для дальнейшей работы во многих областях физического эксперимента. К сожалению, руководители факультета вскоре решили ликвидировать эту форму обучения и передали занимаемые практикумом комнаты закусочной при факультете ("голодное брюхо к учению глухо"). После ликвидации факультетского стеклодувного практикума на кафедре осталась лишь небольшая стеклодувная мастерская, где работает профессиональный стеклодув.

В лабораториях специального физического практикума кафедры для студентов 3-го, 4-го и 5-го курсов были поставлены совре-



менные металлические стенды для вакуумных установок различного назначения, разработанные сотрудниками кафедры (Х.А. Джерпетов, Э.М. Рейхрудель) и изготовленные в мастерских факультета.

Большое значение для нашей страны имели работы, проводимые в МГУ под руководством Н.А. Капцова его учениками Г.В. Спиваком и Э.М. Рейхруделем по организации цеха регенерации электроламп в годы Отечественной войны.

Группа сотрудников под руководством Э.М. Рейхруделя разработала модифицированную систему ионного насоса (работа удостоена Государственной премии СССР).

Деятельность Н.А. Капцова в области развития вакуумной техники нашла широкое признание в Советском Союзе.

В поздравлении с 65-летним юбилеем Н.А. Капцова президент Академии Наук СССР С.И. Вавилов писал:

"Глубокоуважаемый Николай Александрович!

Очень жалею, что не могу присутствовать сегодня на праздновании Вашего юбилея в Университете. Искренне Вас поздравляю и желаю Вам сил и крепости в дальнейшем. Поздравляю Вас, конечно, не с 65-летием, а с Вашими научными, техническими и педагогическими успехами. Вы сделали большое дело, насадив в Москве современную вакуумную физику, разработав многие трудные вопросы в этой области и подготовив хорошие молодые кадры. Следы Вашего влияния сейчас можно встретить во многих институтах и заводах. Вы достойный продолжатель хороших старых традиций Московской физики.

Примите мой почтительный искренний привет в день Вашего праздника!

Жму вашу руку

С.ВАВИЛОВ.

25 февраля 1948 г."

Интерес Н.А. Капцова к радиофизике, условиям распространения электромагнитных волн, генераторам колебаний высоких и сверхвысоких частот возник по двум причинам.

Во-первых, еще будучи студентом Университета, он изучал волновые процессы вдоль поверхности жидкости. Результаты его дипломной работы были опубликованы в русском и немецком журна-



лах. Николай Александрович знал о планах своего научного руководителя П.Н. Лебедева исследовать дифракцию электромагнитных волн на двумерной и трехмерной решетке ("схематическом диэлектрике"). К сожалению, П.Н. Лебедеву по ряду причин не удалось реализовать свои идеи (он скончался в 1912 г.). Однако его мысли о "схематическом диэлектрике", дифракции рентгеновских и световых лучей, поглощении звука и др. позднее были осуществлены его учениками (В.К. Аркадьев, В.И. Романов, Н.А. Капцов, Н.Н. Андреев, С.Н. Ржевкин и др.).

Во-вторых, несомненно, сыграл роль опыт по телеграфной связи, который Николай Александрович получил во время службы в армии. Во время первой мировой войны он служил в 3-й Сибирской Отдельной телеграфной роте (X.1914-ХII.1917 гг.) прапорщиком, начальником кабельного отделения. В 1919-1921 гг. работал преподавателем военной телефонии и военной телеграфии на Московских Советских Военно-технических курсах РККА. В этот период он использовал знания физики, полученные в Университете, убедился в необходимости физики в практической работе и почувствовал склонность продолжать научные исследования.

Интересно, что известный советский физик, президент Академии Наук, С.И. Вавилов в своих воспоминаниях пишет, как он убедился в практической ценности физических знаний также на фронтах первой мировой войны. Он служил в радиотехнических частях войск, и ему много пришлось работать по ремонту и реконструированию полевых радиостанций, борьбе с радиопомехами, техникой радиопеленгации и т.п.

Один из авторов настоящей брошюры будучи "полуфизиком" (студентом 3-го курса Физического факультета) также проникся уважением к практическим применениям законов физики, когда служил в аэродромных частях Советской армии во второй мировой войне (1944-45 гг.).

Первое после революции научное исследование по радиофизике было выполнено Н.А. Капцовым в Физическом институте Московского Университета. Его результаты легли в основу докладов на заседании Московского Физического Общества имени Лебедева 23.XII.1920 г., на III съезде Российской ассоциации физиков в Нижнем Новгороде (XII.1922 г.) и позднее в публикации в немецком журнале "Annalen der Physik". В работе "О дифракции волн Герца в

пространственной решетке" исследовано поведение электромагнитной волны 3-х сантиметрового диапазона, падающей на систему из большого числа (более 2000!) медных стерженьков, размещенных в виде пространственной решетки. Николай Александрович доказал, что взаимодействие такого "искусственного кристалла" с электромагнитной волной аналогично взаимодействию рентгеновых лучей с натуральным кристаллическим веществом. В этой работе он проявил себя как опытный физик-экспериментатор. Необходимо было не только разместить стерженьки длиной 12 мм и диаметром 3 мм в одной плоскости на натянутых нитях, но и изменять расстояние между этими плоскостями, поворачивать всю систему на разные углы относительно падающего излучения, измерять рассеянное излучение. Так как в то время не существовало ламповых генераторов в этом диапазоне волн, то приходилось использовать искровой генератор, несмотря на его существенные недостатки.

Значение этой работы было очень велико, так как она показала не только принципиальную, но и практическую возможность управлять условиями распространения радиоволн с помощью искусственных конструкций, которые позднее получили название "искусственных диэлектриков".

Большая Советская Энциклопедия так характеризует значение этой работы: "В 1920 году Н.А. Капцов впервые в мире осуществил моделирование диэлектрика, создав искусственный диэлектрик из металлических элементов. В настоящее время "искусственные диэлектрики" широко применяются для концентрации электромагнитной энергии на см-волнах" (БСЭ, 2-е изд., Т. 20, с. 91).

На основе модели Н.А. Капцова в 1936 году М.А. Бонч-Бруевичем были изготовлены линзы и призмы из искусственного диэлектрика с "вкраплением" в него металлических шариков. Такие устройства успешно используются в антенно-фидерной технике.

В 1924-1929 гг. научные интересы Н.А. Капцова переместились в область электроники, и он со своими учениками провел серию работ по возбуждению сантиметровых радиоволн с помощью трехэлектродной лампы с положительной сеткой. Эти работы были поставлены с целью создания электронных ламп, возбуждающих наиболее короткие волны, а также для выяснения противоречий между результатами различных исследователей.

Если к сетке триода приложено высокое положительное напряжение, в то время как на анод подано отрицательное относительно



катода напряжение, то вылетающие из катода электроны, ускоренные потенциалом на сетке, затем тормозятся полем вблизи анода и возвращаются обратно. Таким образом, они совершают колебательное движение между анодом и катодом, как бы "танцуют" около сетки.

Вот как рассказывал о работах этого цикла профессор С.Д. Гвоздовер, в то время студент-дипломник Николая Александровича, принимавший в них активное участие.

"Противоречия ученых заключались в том, что одни из них обнаруживали зависимость генерации только от напряжения и геометрии электродов лампы, а другие, наоборот, утверждали, что возбуждение колебаний определяется свойствами колебательного контура, но не зависит от режима (то есть напряжения на электродах лампы). Это противоречие было вскрыто Николаем Александровичем целой серией остроумных экспериментов. Оказалось, что поведение генератора зависит от соотношения между частотой, с которой электроны "танцуют" около положительно заряженной сетки, и резонансной частотой колебательного контура. Если частота колебаний контура близка к частоте "танца" электронов, то на электродах лампы возникают значительные переменные поля. Они преобладают над действием постоянного напряжения, подчиняют себе движение электронов, и таким образом колебательный контур определяет поведение электронов на лампе. В этом случае длина волны генерируемых колебаний не зависит от постоянных напряжений. Наоборот, если собственная частота контура далека от частоты колебаний электронов около положительно заряженной сетки, то переменные поля слабы. Частота "танца" электронов и, следовательно, длина волны генерируемых колебаний определяется, в основном, "разгонным" напряжением. Для окончательного решения вопроса Николай Александрович заставлял одну и ту же лампу работать либо в режиме "электронного танца" либо в режиме, когда частота колебаний определялась колебательным контуром".

Николай Александрович рассчитал также траектории движения электронов в генераторе и теоретически объяснил, каким образом в потоке электронов образуются периодические уплотнения (сгустки). Ныне, это явление называют фазовой фокусировкой. Оно лежит в основе работы современных СВЧ приборов (клистроны, лампы бегущей волны, магнетроны и др.), а также ускорителей элементарных частиц. Траектории электронов, рассчитанные Никола-



ем Александровичем с помощью сложных дифференциальных уравнений, позднее были использованы конструкторами электронных вычислительных машин в связи с методами математического моделирования. Эти исследования получили широкое признание и нашли отражение в учебниках и монографиях как у нас в стране, так и за рубежом.

В годы, когда телевидение в СССР делало первые шаги, Николай Александрович рассказывал о применении электромагнитных полей в технологии изготовления телевизионных трубок-кинескопов. В первых моделях телевизоров в нашей стране (КВН-49) использовались кинескопы круглого сечения с диаметром 18 см и размером изображения 100 135 мм. Телепередачи можно было смотреть только на близком от телевизора расстоянии. Мало помогала громоздкая дополнительная линза, наполненная водой и устанавливаемая перед экраном. Основной технологической проблемой, затрудняющей изготовление кинескопов большого диаметра и, соответственно, с большим изображением телекадра, являлось растрескивание стекла при сварке днища трубки и ее корпуса. Причиной являлся значительный градиент температуры стекла между областью нагревания пламенем газовой горелки и холодной частью трубки. Процент брака, возникающего по этой причине, значительно сократился, когда с помощью генератора высокочастотных колебаний удалось создать сильное электромагнитное поле вблизи шва (области сварки). Из-за диэлектрических потерь в высокочастотном поле нагрев стекла происходил не только в области свариваемых участков стекла в пламени газовых горелок, но и в прилегающих к ним областях. Благодаря этому эффекту уменьшился градиент температуры, и растрескивания стекла не происходило. Пламя газовой горелки играло роль проводника, по которому электромагнитная энергия поступала в область сварки. Такое усовершенствование технологии в то время позволило перейти к изготовлению телевизионных трубок большего диаметра.

Вновь к проблемам радиофизики Николай Александрович вернулся в послевоенные годы. Он возглавил большой коллектив сотрудников кафедры, занимающихся исследованием процессов в высокочастотных (ВЧ) и сверхвысокочастотных (СВЧ) разрядах (Г.С. Солнцев, П.С. Булкин, А.А. Кузовников, А.Ф. Александров, В.Е. Мицук, В.П. Савинов и др.). Результаты этих работ отражены в книге "Электрические явления в газе и вакууме". В 1960 году в



издательстве МГУ вышла книга "Радиофизическая электроника", большая часть которой написана Н.А. Капцовым. Он же был ее редактором. Книга многие годы служила учебным пособием для студентов Радиофизического отделения Физического факультета. В своих многочисленных книгах и статьях, посвященным известным русским физикам (П.Н. Лебедев, А.Г. Столетов, А.С. Попов и др.), Н.А. Капцов изложил некоторые вопросы радиоэлектроники в историческом аспекте.

ПРОФЕССОР Н.А. КАПЦОВ И КОЛЛЕКТИВ КАФЕДРЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

После преобразования кафедры под руководством Н.А. Капцова в 1931 году название ее несколько раз менялось: кафедра электрических явлений в газах, электронных и ионных процессов, кафедра № 24 и, наконец, кафедра физической электроники (обычно ее кратко называют кафедрой электроники). Название кафедры № 24 в военные и первые послевоенные годы было основано на наивном предположении, что кодирование названий кафедр обеспечит сохранение в тайне направление научных исследований, число студентов и профиль выпускаемых специалистов.

Николай Александрович являлся не только крупным ученым, известным в нашей стране и за рубежом. Он был хорошим воспитателем, который заслуженно пользовался авторитетом и симпатией сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов. Его характерной чертой было очень благожелательное и чуткое отношение к молодежи и сотрудникам старшего возраста. Он всегда выражал сочувствие и оказывал возможную помощь и поддержку, когда узнавал о болезни или несчастье в их семьях, жилищных неурядицах и т.п.

Несмотря на то, что кафедра электроники была выпускающей кафедрой, и на ней обучались только студенты 3–5 курсов, Николай Александрович по поручению декана факультета согласился вести семинарские занятия по физике на 1 и 2 курсах. Хотя подготовка к занятиям с "малышами" требовала много времени, Николай Александрович получал от них большое удовлетворение. Он умел привить вкус к основам физики, и многие его подопечные



приходили на 3 курсе на кафедру электроники. Многие годы на кафедре выпускалась стендовая газета с информацией о научных направлениях работ, ведущихся на кафедре. Такая информация, а также беседы студентов-электронщиков со своими младшими товарищами способствовали привлечению студентов на кафедру.

Многие бывшие студенты-выпускники кафедры в дальнейшем становились известными учеными, докторами наук, профессорами (С.Д. Гвоздовер, Г.В. Спивак, Э.М. Рейхрудель, А.А. Кузовников, А.Ф. Александров*), К.С. Головановский, Е.С. Машкова, А.В. Чернетский, В.М. Фридкин, В.Е. Юрасова и др.).

В.М. Фридкин оказался не только способным физиком, но и серьезным исследователем жизни А.С. Пушкина. Материалы он собирал из различных источников, бывая за границей в качестве лектора или участника конференций, и изложил их в нескольких научно-популярных статьях и книгах.

Вот, что пишет В.М. Фридкин в своих воспоминаниях о Николае Александровиче тех времен, когда он учился на кафедре электроники (1952 г.).

"Я писал диплом на кафедре профессора Николая Александровича Капцова. Это был колоритный старик. Застенчивый, нелюдимый и угрюмый. Когда говорил, смотрел не в глаза, а в сторону. А говорил громким, трубным голосом, потому что был глух. Я запомнил его руку, державшую платок. Большую, сильную, в рыжеватых волосиках, с массивным золотым кольцом на безымянном пальце. Был учеником великого русского физика Петра Николаевича Лебедева и блестящим экспериментатором. Принадлежал к поколению, испуганному на всю жизнь. Нам студентам, Капцов читал спецкурс в Малой физической аудитории" ("Наука и жизнь", №9, 1998 г., с. 122).

Следует отметить, что Николай Александрович читал лекции довольно монотонно, но каждая лекция была содержательна и отражала самые новые научные результаты. Являясь большим знатоком и пропагандистом жизни и деятельности многих выдающихся русских ученых (П.Н. Лебедев, А.Г. Столетов, А.С. Попов, В.В. Петров и др.) он всегда обращал внимание на их вклад в электронику и

*) Заслуженный деятель науки РФ, действительный член РАЕН, профессор А.Ф. Александров в настоящее время возглавляет кафедру физической электроники и отделение радиопизики физического факультета МГУ.



радиофизику. Вместе с тем, даже в период борьбы с "безродными космополитами" Николай Александрович излагал в своих лекциях достижения крупных иностранных ученых (Ленгмюр и Тонкс, Мик, Штеенбек, Хольштейн и многие другие). Для этого надо было обладать большим политическим мужеством, что было особенно непросто, если учесть факты его семейной жизни, о которых говорилось выше.

В общей массе молодых людей — студентов и аспирантов — конечно, встречались любители пропускать занятия и игнорировать работу в лаборатории. Хотя они числились в списках студентов и аспирантов кафедры, но, по существу, являлись "мертвыми душами". Таких студентов Николай Александрович встречал словами: "А! Появилась пропавшая душа! Где вы пропадали, почему не были на кафедре?" Нудных и длинных нотаций читать не любил.

Известно, что различные крупные ученые по разному относились к методам обучения молодежи. Академик П.Л. Капица, например, считал, что если студент при чтении книги встречает непонятное место, то не следует застревать на нем, "заикливаться", а надо читать дальше, так как дальнейший текст сделает более ясным непонятное место. Академик Л.Д. Ландау, наоборот, считал, что "если ты чего-то не понял, то прочти еще раз. Если не понял после пяти раз, значит ты — дурак". (Кн. "Капица, Тамм, Семенов в очерках и письмах", Москва, 1998).

В аналогичных случаях Николай Александрович рекомендовал студенту или аспиранту попытаться найти изложение непонятого материала в другой книге или статье. Если это не даст результата, то без ложного стыда следует обратиться за консультацией к преподавателю, научные интересы которого близки к непонятому для студента разделу физики. Так, например, один из авторов этой книги, затруднявшийся в сложных вопросах электродинамики волноводов, по совету Николая Александровича обратился к доценту (в то время) В.М. Лопухину, после беседы с которым получил полное и ясное представление по непонятому материалу.

Примером вдумчивого и серьезного отношения к воспитанию молодых специалистов может служить содержание ответа Николая Александровича на запрос начальника Отдела аспирантуры Министерства Высшего Образования СССР с просьбой высказать свои соображения и пожелания по улучшению подготовки научно-педагогических кадров через аспирантуру.

Н.А. Капцов считал необходимым:

1) "Одной из основных предпосылок подготовки кадров, полноценных в научном, педагогическом и идеологическом отношении должен быть соответствующий отбор поступающих в аспирантуру. Необходимо принимать в аспирантуру только лиц, представивших дипломную работу высокого качества, или стоящий на той же высоте отчет о проделанной научной или научно-исследовательской работе. На собеседовании с кандидатом в аспирантуру необходимо выяснить не столько объем знаний поступающего, сколько его общее развитие и умение разбираться в вопросах данной специальности и смежных с ней.

2) Руководство аспирантами следует поручать только лицам, имеющим полноценные научные или научно-технические работы. Формальный признак — докторская степень — недостаточен при отсутствии этого условия, а при наличии — не всегда обязателен. Число аспирантов у одного руководителя зависит от его опыта и условий выполнения диссертаций.

3) Экспериментальная часть работы аспиранта должна быть обеспечена всем необходимым: приборами и аппаратурой, материалами, выполнением механических и стеклодувных работ и т.п. В настоящее время одно из наиболее слабых мест существующей системы подготовки аспирантов по экспериментальным дисциплинам является неудовлетворительное состояние материальной базы для работы. (Письмо написано в 1951 году.)

4) Аспирантов не следует перегружать экзаменами. Для соответствующей подготовки к будущей педагогической работе их надо смелее допускать к ведению занятий со студентами в семинарах и практикумах. Желательно прочтение аспирантом по поручению руководителя и заведующего кафедрой небольшого курса или части курса лекций под наблюдением руководителя.

5) На каждой кафедре, на которой имеются аспиранты, должен регулярно работать научный коллоквиум (семинар) с привлечением аспирантов всех годов обучения к активному участию в работе в нем. В этом семинаре должны принимать участие все преподаватели кафедры. Аспирант обязан докладывать на семинаре о проделанной исследовательской работе по ее существу не реже одного раза в семестр. О педагогической работе аспирант отчитывается на заседаниях кафедры.

6) Действующее в настоящее время требование, чтобы диссер-



тация была не только представлена, но и защищена до окончания срока в аспирантуре, отнимает у аспирантов из предоставленных им 3-х лет целых 3 месяца (а по требованиям некоторых руководителей учреждений 4-5 месяцев). Следует установить крайний срок представления готовой, апробированной руководителем и полностью оформленной диссертации за 2–3 недели до окончания срока аспирантского стажа. Надо обязать принимающие диссертации Ученые советы укладывать всю процедуру назначения рецензентов, получения предварительных и развернутых отзывов и проведение самой защиты максимум в течение 5–6 недель.

7) Значительно облегчить прохождение аспирантского стажа и увеличить время для проведения экспериментов мог бы прием в аспирантуру только лиц, умеющих читать иностранную литературу на двух иностранных языках. Однако, это едва ли возможно при современном (1951 г.!) состоянии преподавания иностранных языков в средней и высшей школе.

8) Для неуклонного повышения своего идеологического уровня аспиранты должны в течение всего стажа активно участвовать в философских и методологических кружках, руководимых опытными товарищами. В то же время аспиранты должны быть минимально загружены общественной работой, особенно в последнем году обучения. В настоящее время наблюдается противоположное: общественная, комсомольская и партийная работа отбирает у аспирантов значительную часть предоставляемого им на учебу и научную работу времени.

9) Коренным мероприятием, могущим улучшить дело подготовки научных и педагогических кадров могло бы явиться введение (за счет средств, отпускаемых на аспирантуру, в счет контингента аспирантов) новой категории ассистентов с пониженной до 40–50% почасовой нагрузкой, но с полной ассистентской ставкой. Назовем их "аспирантами-ассистентами". Срок аспирантского стажа и защиты кандидатской диссертации следует установить 4,5–5 лет.

Отбор в "аспиранты-ассистенты" должен производиться с соблюдением тех же условий и норм, что и набор в обычную аспирантуру. Для сдачи предметов минимума должны быть назначены отдельные календарные сроки. При их несоблюдении аспирант-ассистент переводиться в разряд ассистентов, несущих полную педагогическую нагрузку. То же происходит, если после сдачи минимума в срок обнаруживается невыполнение диссертационной рабо-

ты. Обязанности научного руководителя по отношению к аспиранту-ассистенту те же, что и относительно аспиранта.

Соотношение между числом аспирантов-ассистентов и общим числом лиц, проходящих аспирантский стаж, целесообразно установить на основании опыта проведения этой новой формы обучения".

Как заведующий кафедрой и руководитель аспирантов, Николай Александрович, по возможности, старался проводить в жизнь свои требования, перечисленные выше.

Используя контакты с электроламповым заводом, Всесоюзным Электротехническим институтом, лабораторией НИОгаз, МЭИ, Химико-Технологическим институтом и другими организациями, он в значительной степени способствовал техническому оснащению кафедральных работ. Большую роль играли также хозяйственные работы, в которых участвовали аспиранты и студенты.

Сложнее было положение с общественной работой, которая в то время являлась обязательным условием положительной характеристики молодого человека (в отличие от современной жизни, когда участие аспиранта или студента в общественной и политической жизни абсолютно никого не интересует!). Насколько нам известно, не было случая, когда Николай Александрович высказывал бы претензии или неудовольствие аспиранту его избыточной нагрузкой поручениями общественных организаций (партийных, профсоюзных, комсомольских). Он считал, что каждый сознательный человек должен уметь разумно распределять время между наукой, развлечениями, общественными и семейными обязанностями.

Известен случай, когда один из аспирантов, инвалид Отечественной войны, очень способный и в то же время стеснительный человек, в конце срока аспирантуры решил жениться на студентке мехмата. Опасаясь, что научный руководитель будет недоволен, он пришел просить разрешение. Николай Александрович посмеялся, расспросил о невесте и благословил жениха. Сказал, что он не сомневается в способностях своего аспиранта и желает ему счастья в жизни и успехов в диссертационной работе. Пожелания Николая Александровича оправдались!

По своим воззрениям Николай Александрович был интернационалистом и всегда поддерживал на кафедре интернациональный дух.

Однажды один из аспирантов Николая Александровича, помогавший своей "подшефной" дипломнице собирать эксперименталь-



ную установку и недовольный ее неправильными действиями, в сердцах выразил ей свое недовольство словами: "Почему ты все делаешь как-то "по-армянски"?. И вдруг из другого угла лаборатории послышался возмущенный возглас преподавателя кафедры (армянина по национальности): "А почему по-армянски, а не по-русски или по-немецки? Что сделали армяне плохого?" Аспирант поспешил извиниться за свою бестактность, и дело до заведующего кафедрой не дошло.

Будучи высоко образованным человеком, Николай Александрович свободно владел немецким и французским языками, читал литературу на английском. Беседовал с приезжавшими в СССР иностранными учеными. В 1922-23 гг. находился в научной командировке в Германии по линии Научно-Технического Общества ВСНХ.

Николай Александрович требовал от молодых преподавателей и аспирантов непрерывно следить за новинками научно-технической литературы по иностранным журналам и библиографическим справочникам.

Советовал давать студентам 2–4 курсов для сдачи "страничек" при изучении языка статьи по профилю кафедры. При этом удавалось бы убить двух зайцев: познакомить студента с содержанием его будущей специальности и с научной терминологией.

В семье Николая Александровича в домашней обстановке и на улице часто разговаривали по-немецки (жена Николая Александровича, Фрида Аполлинариевна, была немкой по национальности). В связи с этим в условиях военного времени, когда к людям, говорящим по-немецки, относились с подозрением, иногда возникали конфликтные ситуации.

На кафедре Николая Александровича всегда было значительное число аспирантов и стажеров-иностранцев: Син Сан-Гук (КНДР), Гау-Юнь (КНР), Н. Герасимов и Д. Шульга (Болгария), Нгуен Хыу Ти и Бик-Ха (Вьетнам), Эль-Саммани (Судан), Иван Штолл (ЧССР) и многие другие. Аспиранты-иностранцы имели 4-х годичный аспирантский срок (1-й год отводился на овладение русским языком). На кафедре всегда стремились создать им благоприятные условия для работы (иногда даже за счет отечественных аспирантов!).

Один случай произошел с нашим аспирантом из Болгарии Николаем Г. Он имел типично славянскую внешность и прекрасно, без всякого акцента, говорил по-русски. Однажды ему пришлось



обратиться на кафедральный склад за каким-то прибором. Заведующая складом, обычно благожелательная женщина, была почему-то не в духе и, вместо помощи, нагрубила ему. Николай, очень сдержанный, дисциплинированный и воспитанный человек, был, конечно, очень обижен, но ушел, не сказав ни слова в ответ. Однако о происшествии скоро стало известно его руководителю через случайно присутствовавшего сотрудника кафедры. С зав. складом состоялся серьезный нелицеприятный разговор. В ответ на замечания она чистосердечно ответила, что совершенно не подозревала, что Г. не является советским гражданином (как будто к отечественным аспирантам и студентам грубое отношение не возбраняется!). Разумеется, она принесла Николаю Г. свои извинения.

С большим вниманием и ответственностью подходил Николай Александрович к подбору технических сотрудников кафедры. Уважением и любовью пользовался механик кафедры Григорий Антонович Леонов. Хотя он любил поворчать, когда ему приносили какой-нибудь сложный заказ, он всегда выполнял его на высоком уровне. "Дядя Гриша" очень хорошо относился к молодежи - студентам и аспирантам; он не только давал советы по конструкции детали, но и позволял самому студенту выполнять на станке несложную работу под его надзором.

Большую помощь в оформлении дипломных работ и диссертаций, статей и докладов на конференции, разных деловых писем и бумаг оказывала старейший работник кафедры — Екатерина Ивановна Сибирцева. Несколько десятков лет проработала она на кафедре. Кроме кафедральных дел, она печатала всякие заявки и списки приборов в комиссии по оборудованию для нового здания Университета. Е.И. Сибирцева скончалась в 1998 году в возрасте 92 лет.

С теплым чувством вспоминают ветераны кафедры старшего лаборанта Сергея Сосипатровича Моденова — хозяйственного "бога" кафедры военных и послевоенных лет. Он составил картотеку всех приборов, следил за их движением и исправностью, делал заявки на материалы и получал их. Исключительная честность, благожелательность и добросовестность, были главными чертами его характера.

Административными делами кафедры занимался заведующий лабораторией — внештатная должность, которая не имела ни научного престижа, ни финансовой компенсации. Поэтому ее никто не



любил занимать. По инициативе Николая Александровича было решено, что завлабом автоматически становится новый сотрудник, либо из числа оставленных после окончания дипломной работы или аспирантуры, либо пришедший со стороны. Такой порядок казался всем справедливым и неукоснительно соблюдался, принося пользу как кафедре, так и самому молодому сотруднику.

Из когорты сотрудников Николая Александровича, дольше всего с ним работавших, следует отметить прежде всего "ровесников века" профессоров Г.В. Спивака и Э.М. Рейхруделя.

Первый из них занимался изучением влияния магнитных полей на процессы в газовых разрядах, позднее — вопросами электронной оптики и микроскопии. В 1948 г. Г.В. Спивак создал на базе кафедры электронных и ионных процессов отдельную кафедру электронной оптики и осциллографии и возглавил ее. Однако после переезда физического факультета в новое здание на Ленинских горах структура ряда кафедр изменилась, и кафедры вновь объединились под окончательным названием кафедры физической электроники. Теперь она включает в себя две лаборатории: физики газовых разрядов и плазмы, и электронной оптики и микроскопии. Последней руководил Г.В. Спивак.

Научные интересы Э.М. Рейхруделя лежали в области влияния магнитных полей, а также процессов в импульсных разрядах при высоких напряжениях и низких давлениях газа. В 1950 г. профессор Рейхрудель Э.М. вместе с тремя другими учеными получил Сталинскую премию за разработку нового метода исследования атмосферы. Кроме того, он с Г.В. Смирнитской и сотрудниками разработал эффективный ионный насос, отмеченный Государственной премией СССР 1984 года.

Г.В. Спивак и Э.М. Рейхрудель перевели на русский язык известную книгу А. Энгеля и М. Штеенбека "Физика и техника электрического разряда в газах" тома I (1935 г.) и II (1936 г.), которая в течение многих лет являлась основной книгой по физическим процессам в электрических разрядах. Немецкие авторы были удивлены невероятно высоким по их понятиям тиражом (3000 экз.), которым издательство научно-технической литературы выпустило книгу на русском языке. Для Макса Штеенбека этот факт приобрел большое значение, когда в конце войны он был интернирован в Советский Союз и привлечен к разработке атомного проекта. Профессор М. Штеенбек, принимавший в 1958 году участие во 2-й Все-

союзной конференции по газовой электронике, на банкете сказал, что он искренне благодарен за хороший перевод книги на русский язык, но до сих пор не может отличить кто Спивак, а кто Рейхрудель (Г.В. Спивак и Э.М. Рейхрудель по комплекции, возрасту и внешности были несколько похожи друг на друга).

В течение многих лет профессор Г.В. Спивак читал кафедральные спецкурсы и руководил научными семинарами по электронной оптике. Студенты с удовольствием слушали лекции Г.В. Спивака, которые отличались ясностью изложения, четкостью и многочисленными примерами практического применения теоретических расчетов, изложенных в лекции. Г.В. Спивак обладал живым и энергичным характером, привлекавшим молодежь. Нередко он выступал с юмористическими замечаниями, причем не всегда безобидного характера. Вспоминается, как на одном заседании кафедры он сделал довольно едкое замечание одному молодому преподавателю, подтрунивая над его неопытностью. Однако, на следующем заседании он в присутствии всех преподавателей извинился перед обиженным, и инцидент был исчерпан. Характерной чертой Григория Вениаминовича была большая активность и настойчивость в защите интересов аспирантов и сотрудников своей лаборатории при выдвижении на научные конкурсы, решении штатных вопросов, распределении средств на приборы и т.д. Этим он завоевал большую симпатию и авторитет в коллективе. Внедренный в производство прибор для травления металлов и сплавов ионной бомбардировкой, созданный группой ученых под руководством Г.В. Спивака, отмечен малой золотой медалью и дипломом II степени на Всесоюзной выставке достижений народного хозяйства (ВДНХ) в 1959 году. Под редакцией Г.В. Спивака в 1945 и 1960 гг. была издана книга "Специальный практикум", которая долгое время оставалась основным пособием для студентов радиофизического отделения физического факультета. Г.В. Спивак проводил большую работу по комплектации библиотеки имени А.Г. Столетова на физическом факультете, являясь председателем библиотечного Совета.

Г.В. Спивак, один из старейших сотрудников кафедры, высоко ценил Н.А. Капцова за его высокий научный потенциал и обширные связи с промышленностью. Особенно он отмечал его работы по расчетам траекторий электронов в быстропеременных электрических полях, которые впервые доказали возможность фазовой фокусировки электронов. После кончины Н.А. Капцова Г.В. Спи-



вак долгое время был исполняющим обязанности заведующего кафедрой электроники; по непонятным причинам декан В.С. Фурсов не сразу выставил его должность на конкурс.

Из старейших учеников и сотрудников Николай Александрович высоко ценил доцента А.А. Зайцева, который исследовал роль метастабильных атомов в плазме газового разряда и особенности разрядов в смесях газов. В дальнейшем он успешно изучал свойства стоячих и бегущих страт и их влияние на работу газоразрядных приборов (лазеров и др.). Аркадий Андреевич ("Зайчик", как его ласково называли на кафедре молодые сотрудники) был очень эрудированным ученым. Его консультации высоко ценились молодыми сотрудниками (и не очень молодыми!), а также представителями многих других учреждений. Работы А.А. Зайцева по колебаниям и стратам в разрядах нашли отражение в известной энциклопедии *Handbuch der Physik, Flugge, Bd. 22 "Gasentladungen"* чем он очень гордился.

Пред войной начала работать на кафедре М.Я. Васильева. Участница Великой Отечественной Войны, Мария Яковлевна была отозвана из армии в 1943 году, и вернулась в МГУ. После защиты диссертации работала на кафедре электроники ст. преподавателем, читала лекции, руководила дипломными работами. Много лет выполняла обязанности парторга кафедры. Обладая чутким и отзывчивым характером, она всегда была вместе со студентами в их учебных и комсомольских делах. Студенты, молодежь кафедры постоянно обращались к М.Я. Васильевой по всем трудным жизненным вопросам, зная, что всегда получают от нее не только добрый совет, но и конкретную помощь. Сын М.Я. Васильевой Р.В. Хохлов был академиком и известным ученым в области нелинейной оптики, в течение ряда лет он являлся ректором Московского университета.

Являясь руководителем кафедры, профессор Н.А. Капцов всегда стремился привлечь для работы на кафедре известных ученых. Среди них был профессор В.Л. Грановский — крупный специалист в области электрических разрядов, долгие годы работавший в лаборатории Всесоюзного Электротехнического Института. Он активно включился в педагогическую и научную работу кафедры. На лекциях В.Л. Грановского всегда была переполнена аудитория слушателями (студенты, аспиранты, сотрудники МГУ, других ВУЗов и НИИ). Лекции были очень четкими, доступными и информативными. Интересно, что В.Л. Грановский был принципиальным против-



ником широко употребительного термина "электрический разряд" (Gasentladung, Electrical Discharge). Он считал этот термин устаревшим, связанным в далеком прошлом с источником высокого напряжения в виде батареи конденсаторов, заряженных до высокого напряжения. В современных условиях целесообразно, по мнению, В.Л. Грановского, использовать понятие "электрический ток в газе". Его двухтомная монография "Электрический ток в газе", составленная с участием многих ученых (в том числе кафедры электроники) получила широкую известность среди специалистов в СССР и за границей.

Научные интересы В.Л. Грановского лежали в области исследования поперечной диффузии электронов и ионов в плазме, помещенной в магнитное поле. Эта тематика актуальна для получения высокотемпературной плазмы. Ряд учеников В.Л. Грановского стали впоследствии известными учеными (И.А. Васильева, В.С. Голубев и др.)

Работая вместе с молодыми людьми, студентами и аспирантами, В.Л. Грановский больше всего ценил творческую инициативу и добросовестность. Как истинный ученый, он возмущался бюрократическими порядками в Министерстве Высшего Образования. Чтобы получить нужную резолюцию надо пройти длинный ряд согласований. При этом каждый маленький винтик этой бюрократической машины преисполнен собственного достоинства и старается дать понять, что без его визы решить вопрос никак невозможно! К сожалению, трагическая гибель прервала успешную деятельность профессора В.Л. Грановского на кафедре электроники.

За недостатком места мы не имеем возможности рассказать о многих сотрудниках кафедры профессора Н.А. Капцова, принимавших активное участие в ее работе.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ В ГАЗАХ И ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ

Изучение свойств электрических разрядов представляет не только чисто физический интерес, но также играет большую роль при разработке и конструировании электровакуумных и газоразрядных



приборов, например, газотронов, тиратронов, газосветных ламп, сигнальных лампочек и т.д. Николай Александрович, работая на электроламповом заводе руководителем физической лаборатории, проводил со своими сотрудниками исследования различных характеристик разрядов в газах.

Важным вопросом являлось понижение напряжения зажигания и горения разряда низкого давления. Одним из способов является увеличение температуры катода (Н.А. Капцов, А.В. Афанасьева, Х.А. Джерпетов). При этом электронно-ионная эмиссия (при "бомбардировке" ионами поверхности катода) уступает место термоэлектронной эмиссии. Нет необходимости в большом падении потенциалов вблизи катода для ускорения ионов, а термоэлектроны эмитируются либо за счет постороннего источника энергии, нагревающего катод, либо (при высоком давлении) за счет тепла, выделяющегося в разряде.

Другим способом изменения напряжения горения разряда является использования смесей газов (неон + аргон, неон + пары ртути и др.). Условия возникновения и поддержания разряда в значительной степени зависят от коэффициента объемной ионизации α (число ионизаций, производимых в газе одним электроном при его движении на один сантиметр от катода к аноду). В 30-х годах по предложению Николая Александровича доцент кафедры С.К. Моралев (погибший во время войны) разработал теорию расчета α , учитывающую различного рода взаимодействия между электронами и атомами. Теория Моралева была крупным шагом вперед для того времени. Эксперименты И.И. Глотова, И.И. Балоба и А.А. Зайцева подтвердили теоретические расчеты.

В то же время Н.А. Капцовым был выполнен расчет нарастания пространственных зарядов от катода к аноду и искажения внешнего поля при последовательным прохождении лавин в момент зажигания разряда. В выполненных в МГУ работах П.В. Тимофеева, И.Ф. Кварцхавы и Н.А. Пенина показано, что причиной инерционности газонаполненных фотоэлементов является ограниченное время пробега ионов от анода до катода. Кроме того, на инерционность влияют метастабильные атомы с большим временем жизни.

Интересный механизм двух стадий формирования плазмы разряда в узкой длинной трубке был предложен Г.В. Спиваком, Е.Л. Столяровой, Л.И. Голиком, А.И. Крохиной. В начале под влиянием

фокусирующего действия ионов и заряда на стенках на оси трубки образуется узкий луч, в котором резко преобладает направленное движение электронов над хаотическим. Вторая стадия формирования разряда состоит в переходе направленного движения электронов в хаотическое, то есть образовании плазмы; в этой стадии устанавливается амбиполярная диффузия электронов и ионов. Э.М. Рейхрудель, Т.А. Титова, А.Б. Бойм и др. успешно исследовали фазы формирования мощных импульсных разрядов (десятки и сотни киловольт), происходящих в рентгеновских трубках, а также в некоторых устройствах управляемого термоядерного синтеза. В этих же работах показано важное воздействие на формирование разряда внешних магнитных полей.

Для существования стационарного разряда постоянного тока или разрядов в быстропеременных электрических полях, кроме процессов ионизации, приводящих к росту концентрации зарядов, важную роль играют процессы устранения электронов, уменьшающих их концентрацию (диффузия к стенкам и поверхностная рекомбинация, объемная рекомбинация, "прилипание" электронов к атомам или молекулам некоторых газов).

В.Л. Грановский с молодыми сотрудниками (И.А. Васильева, В.С. Голубев, Э.И. Уразаков, В.И. Савоскин и др.) изучал диффузию зарядов в продольном магнитном поле. Использовались метод электрических зондов, оптическая диагностика, а также оригинальные методы диффузионных волн и магнитомеханического эффекта плазмы. Последний метод состоял в применении маленького зеркала, подвешенного на тонкой нити, которое реагировало на азимутальный дрейф зарядов под действием продольного магнитного поля.

Одной из целей работы являлось выяснение границ применения формулы Таунсенда, по которой при наложении на плазменный столб магнитного поля происходит уменьшение диффузии зарядов в радиальном направлении. Это приводит к уменьшению потока энергии, уносимой из плазмы на стенки камеры, что важно для проблемы управляемых термоядерных реакций. Однако, как показали, в частности, работы на кафедре Н.А. Капцова, при дальнейшем увеличении магнитного поля в плазме возникает "винтовая" неустойчивость. Плазменный столб сужается и начинает вращаться внутри трубки, характеристики плазмы изменяются.



Кроме этого, группа В.Л. Грановского успешно исследовала процессы деионизации плазмы при отключении анодного питания. Показана большая роль ударов 2-го рода, замедляющих спад температуры электронов и увеличивающих время деионизации плазмы.

Ведущий сотрудник кафедры доцент А.А. Зайцев возглавил большой цикл работ по изучению колебательных процессов и страт в газовом разряде. Были исследованы разнообразны высокочастотные и низкочастотные колебания, возникающие в различных областях разряда. Вблизи анода появляются анодные колебания, которые объясняются нестабильностью во времени объемного заряда электронов и ионов, происходят как бы микропробой газа. А.А. Зайцев, К.И. Эфендиев с аспирантами не только объяснили причину этих колебаний, но и указали способ борьбы с ними с помощью анода в форме конуса. Этот способ получил в дальнейшем широкое распространение в газоразрядных приборах.

М.Я. Васильева, Э.Д. Андриюхина и др. изучали ионно-звуковые волны в положительном столбе, возникающие "бегущие" и "стоячие" продольные слои плазмы (страты). Значительный вклад в изучение неустойчивостей в плазме, возникающих при помещении плазмы во внешнее магнитное поле внесли Л. Пекарек, М.Я. Васильева, Г.С. Леонов, И.А. Савченко, Б.Н. Швилкин. Колебания и страты в разрядах низкого давления играют вредную роль в газоразрядных приборах. Многие экспериментальные результаты, полученные в научной группе А.А. Зайцева, нашли объяснения в теоретических работах Б.Б. Кадомцева, А.В. Недоспасова, П.С. Ланда, Ю.В. Пономарева, А.В. Тимофеева.

Особенную форму электрических разрядов представляет коронный разряд (или электрическая корона). Он возникает на электроде с малым радиусом кривизны в области большой напряженности поля. Цепь тока с коронирующего электрода во внешней области замыкается током ионов, знак которых совпадает со знаком коронирующего электрода. Корона, возникающая на высоковольтных линиях передачи электроэнергии (ЛЭП), приводит к значительным потерям (до сотен кВт/км). Полезную роль она играет в электрических фильтрах газов, а также в медицине (люстра Чижевского) и др.

Николай Александрович, на основе современных представлений о лавинных процессах, построил теорию коронирующего слоя,



объясняющую наличие в нем высокого градиента потенциала. Он решил уравнение Пуассона для распределения поля совместно с условием устойчивости разряда Таунсенда с учетом эмпирической зависимости коэффициента ионизации α (E/p). Им был предложен метод расчета толщины коронирующего слоя, теория зарядки частиц во внешнем слое короны, которая важна для объяснения работы электрофильтров.

Под руководством Николая Александровича в НИИ физики МГУ И.И. Готовым, С.К. Моралевым, А.А. Власовой, а также М.Я. Васильевой (в ее диссертации) экспериментально исследованы роль диэлектрических покрытий на некоронирующем электроде, корона на двух проводах и другие особенности коронных разрядов, связанных с их техническими применениями.

Цикл работ по теоретическим и экспериментальным исследованиям короны проводился в 30-х–40-х годах и завершился монографией Н.А. Капцова "Коронный разряд и его применение в электронах" (1947 г.). Эта книга получила широкую известность среди специалистов по электрическим разрядам в газах и их техническим приложениям.

Сразу после окончания Отечественной войны на кафедре профессора Н.А. Капцова под его руководством был развернут широкий фронт исследований процессов в высокочастотных (ВЧ) и сверхвысокочастотных (СВЧ) электрических разрядах. Кроме чисто научного интереса к взаимодействию быстропеременных полей с плазмой и возникающими нелинейными эффектами, причиной создания этого цикла работ послужил ряд новых технических проблем.

Одним из важных факторов, ограничивающих создание мощных радиопередающих устройств и радиолокационных станций (РЛС), является возникновение электрических разрядов в виде короны или факельного разряда на выходных контурах или антеннах. Они вызывают искажение радиопередачи, нарушение радиосвязи, перегорание антенн и т.п.

Другой проблемой является доставка на Землю электрической энергии от космических электростанций, преобразующих солнечную энергию в электрическую. Одним из препятствий являются нелинейные эффекты в ионосфере при попытках доставить энергию из космоса на Землю с помощью электромагнитной волны.

Важную роль играет установление устойчивой радиосвязи меж-



ду космическими аппаратами, ракетами, самолетами и приемной станцией на Земле. Увеличение мощности радиопередатчика приводит к ионизации воздуха на пути электромагнитной волны, возникновению плазмы, значительно ослабляющей полезный радиосигнал.

Для решения этих и других проблем необходимо было провести исследование условий возникновения ВЧ и СВЧ разрядов и характеристик плазмы при различных давлениях воздуха и других газов, степени влажности и величины предварительной ионизации от посторонних источников (космических лучей, радиоактивных элементов и т.п.).

К работе были привлечены многие молодые сотрудники, аспиранты и студенты-дипломники. Для технического обеспечения этого направления Николай Александрович пригласил опытного радиоинженера П.А. Петрова. Под его руководством на кафедре были созданы генераторы в диапазоне частот от долей мегагерц до десятков и сотен мегагерц. С целью углубления теоретических знаний Николай Александрович читал спецкурс, в котором анализировались современные работы по поведению плазмы в ВЧ и СВЧ полях и функции распределения электронов по энергиям.

Получили развитие некоторые методы диагностики плазмы в ВЧ и СВЧ полях. Классический зондовый метод измерения концентрации электронов и их средней энергии нельзя непосредственно использовать для плазмы ВЧ разрядов: в призондовом слое происходит детектирование ВЧ колебаний, искажающее зондовую характеристику. Для правильного отсчета потенциала зонда применялись противозонды. Показано, что при методе двойного дифференцирования следует учитывать влияние ионной компоненты (В.А. Довженко, Г.С. Солнцев, С.А. Двинин, А.П. Ершов). Детально исследовано пространственное распределение концентрации и температуры электронов, а также потенциала в ВЧ плазме низкого давления (Х.А. Джерпетов, А.С. Аникеев, П.С. Булкин, Н. Ахмедов, М.Я. Васильева).

Оптические методы исследования плазмы, в том числе и в ВЧ полях, применялись в работах А.С. Аникеева, Х.А. Джерпетова, А.М. Девятова, Л.М. Волковой, Е.А. Кралькиной. Исследовались функции возбуждения различных линий, методика расчета энергетического спектра электронов. Оптической диагностикой ВЧ и СВЧ плазмы занимались М.З. Хохлов, В.А. Черников, В.М. Шибков и др.

А.А. Кузовников, А.Ф. Александров, К.С. Головановский, В.П. Савинов изучали взаимодействие неоднородного ВЧ поля с плаз-



мой. Возникают однонаправленные силы, изменяющие радиальное распределение потенциала и токов на стенку трубки. Измерение активной и реактивной составляющих ВЧ проводимости позволяют рассчитать мощность, реализуемую в разряде. Уменьшение проводимости плазмы при низких частотах связано с возбуждением ионно-звуковых волн. Теория качественно согласуется с экспериментом.

Г.С. Солнцев, М.З. Хохлов, А.А. Кузовников, Н.А. Попов исследовали характеристики ВЧ факельного разряда и перехода его в ВЧ корону. Температура газа в факельном разряде составляет 103–104 К.

Значительный вклад в СВЧ диагностику плазмы внес В.Е. Мицук. На основе теории Д.И. Блохинцева ему впервые удалось измерить СВЧ поля в разряде с помощью эффекта Штарка.

Коллектив сотрудников во главе с Николаем Александровичем выполнил цикл работ по изучению условий возникновения СВЧ разрядов в импульсном режиме генерации. В отличие от непрерывной генерации важную роль играют как минимальная мощность, при которой возникает разряд, так и статистическое время запаздывания после включения генератора. Для образования разряда необходимо не только высокая напряженность поля, но и наличие во время импульса свободного электрона для создания лавины. Авторы (Г.С. Солнцев, П.С. Булкин, А.А. Зайцев, М.З. Хохлов, В.Е. Мицук, А.М. Девятов, Г.Н. Застенкер, В.Н. Пономарев, Н.В. Басова и др.) показали, что увеличение влажности воздуха приводит к значительному росту запаздывания разряда до секунд и даже минут при длительности СВЧ импульса $\sim 10^{-6}$ с. Усиление радиоактивности источника, облучающего область разряда, наоборот, сокращает время запаздывания. Эти результаты играют большую роль в радиосвязи и радиолокационной технике.

Интересные результаты получены при исследованиях фазового сдвига и затухания СВЧ волны при распространении в волноводе, частично заполненном плазмой (Г.С. Солнцев, П.С. Булкин, А.А. Зайцев, В.Е. Мицук). А.А. Зайцев и Г.С. Леонов показали, что наличие страт слабо влияет на фазометрические измерения, но сильно сказывается на затухании волны, что важно для микроволновой диагностики плазмы. Доказана трансформация типа волны в волноводе в процессе формирования СВЧ разряда из поперечной в поверхностную (В.Н. Пономарев, В.А. Довженко, П.С. Булкин, Г.С. Солнцев, С.А. Двинин, П.П. Мельниченко, Н.Ц. Герасимов, Л.И. Цветкова).



Один из основных видов эмиссии электронов — ионно-электронная эмиссия — происходит под действием бомбардировки ионами поверхности катода в области катодного падения потенциала. В лаборатории Г.В. Спивака (В.Е. Юрасова, А.И. Крохина, Ф.Ф. Кушнир, И.Г. Сиротенко, Л.Б. Шелякин, В.М. Буханов и др.) исследовались механизмы взаимодействия ионов с поверхностью различных материалов (металлы, полупроводники, диэлектрики). Ионное травление позволяет более успешно, чем химическое или термическое травление, выявлять структуру материала. Удаётся получать тонкие пленки одного материала на другом (микроэлектроника). В.Е. Юрасова обнаружила анизотропию частиц, вылетающих из бомбардируемого материала, не только по направлениям, но и по составу.

На кафедре разработаны и изготовлены в мастерских физического факультета несколько модификаций установок для ионного травления (УИТ № 1, 2, 3, 4), которые были представлены на международных выставках в 1958–62 гг. и на Выставке достижений народного хозяйства в Москве (сейчас ВВЦ).

Значительное внимание на кафедре Н.А. Капцова уделялось изучению фотоэмиссии и различных характеристик фотокатодов. Это направление было связано с разработкой новых приборов для телевидения, электронно-оптических преобразователей (ЭОП'ов), фотоэлементов для кино и др. Как получить наибольшую чувствительность в нужном диапазоне световых частот, большой срок службы, малую утомляемость, стабильность работы? Основным методом для решения этих вопросов был выбран метод задерживающего поля, позволяющий получить энергетический спектр фотоэлектронов. Работы Г.А. Жолудевой, Н.М. Политовой и др., выполненные под руководством Николая Александровича, обнаружили, что возрастание чувствительности фотокатода при его активации, а также уменьшение ее при утомлении сопровождаются изменениями энергетического спектра фотоэлектронов. Увеличение чувствительности фотокатода при сенсбилизации вызвано снижением высоты потенциального барьера.

Вторичная электронная эмиссия изучалась А.В. Афанасьевой, аспирантами и студентами-дипломниками также с помощью анализа энергетического спектра вторичных электронов. Е.С. Машкова впервые обнаружила изменения коэффициента вторичной эмиссии в точках фазового перехода вещества эмиттера.



По инициативе Н.А. Капцова в специальном практикуме кафедры были поставлены лабораторные работы, в которых студенты 3-5 курсов исследовали энергетические спектры фото- и вторичных электронов.

В лаборатории электронной оптики и микроскопии под руководством Г.В. Спивака были успешно разработаны методы исследования эмиссии электронов с помощью изображения катода в эмиссионном электронном микроскопе. При этом необходимо при расшифровке наблюдений картины учитывать влияние микрогеометрических неоднородностей эмиттера, а также локальных объемных зарядов. Такой метод позволил Б.Б. Шишкину, Е.М. Дубининой и К.А. Мичуриной установить соответствие срока службы термоэмиттера его электронно-оптическому изображению. В результате работ Е.М. Дубининой, М.Б. Пытьевой и Б.Б. Шишкина разработана конструкция катода, который не боится "отравления" при контакте с атмосферным воздухом. Это играет большую роль в технологии производства термокатодов электронных и газоразрядных ламп. Методом зеркальной электронной микроскопии занимался А.Е. Лукьянов. Объектами исследования служили полупроводники, магнитные материалы, пьезо- и сегнетоэлектрики.

Основным научным направлением лаборатории Г.В. Спивака являлась визуализация электрических и магнитных полей на различных поверхностях методами электронной микроскопии. Исследования в этой области достигли больших успехов и получили признание в нашей стране и за рубежом. В этом направлении работали талантливые молодые ученые Н.Н. Седов, Г.В. Сапарин, А.Е. Лукьянов, В.И. Петров и многие другие. Позднее получили развитие актуальные исследования формирования тонких пленок на поверхности под воздействием электронного и ионного облучения (Е.М. Дубинина, М.Б. Гусева, В.Г. Бабаев, С.С. Еловииков и др.). Весь этот круг проблем впоследствии обусловил новое название лаборатории — лаборатория твердотельной электроники.



КАФЕДРА ЭЛЕКТРОНИКИ В ГОДЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ. ПЕРЕЕЗД В НОВОЕ ЗДАНИЕ МГУ НА ЛЕНИНСКИХ ГОРАХ*)

С первых дней Великой Отечественной войны резко изменилась жизнь Физического факультета и кафедры электронных и ионных процессов. Студенты, аспиранты, преподаватели уходили в части Красной Армии, истребительные и коммунистические батальоны, в народное ополчение. В 8-ю Краснопресненскую дивизию народного ополчения были зачислены сотрудники кафедры С.К. Моралев, А.С. Аникеев, аспиранты В.А. Булат, Л.В. Бердников. В октябре 1941 года в армию ушла М.Я. Васильева.

Часть сотрудников и аспирантов вошли в команды местной противовоздушной обороны (МПВО). Они были переведены на казарменное положение (сутки дежурство, двое суток отдых). В их обязанности входило во время воздушной тревоги дежурство на крыше здания физического факультета на Моховой и сбрасывание на землю термитных зажигательных бомб, падающих на крышу, а также охрана важных "объектов" (например склад химических веществ и др.). Охрана, правда, носила условный характер, так как часовых вооружали свистком и учебной винтовкой с отверстием в камере сгорания. Девушки, в основном, работали на оборонных заводах, их легко было узнать по пальцам желтого цвета от обращения с наполнителем мин, содержащим серу. В связи с быстрым продвижением немецких войск были организованы отряды студентов, аспирантов, молодых сотрудников для строительства противотанковых рвов, дотов и дзотов за Можайском.

В 1942 году в боях под Ленинградом погиб доцент Сергей Константинович Моралев (1899-1942). Он был одним из активных сотрудников кафедры электронных и ионных процессов. В его диссертации "Влияние примесей на потенциал зажигания в аргоне", выполненный под руководством Николая Александровича, был разработан метод расчета коэффициента ионизации α для смеси газов. Эта работа показала возможность управления напряжением за-

*) В этом разделе нами использованы материалы из книг: *В.С. Никольский. Ветераны Великой Отечественной войны физического факультета МГУ. М. 2000; Физический факультет МГУ в годы Великой Отечественной войны /Составитель В.С. Никольский. М. 1975.*



жигания в газоразрядных приборах, наполненных смесью газов. Николай Александрович с грустью вспоминал своего ближайшего сотрудника, в его рабочем кабинете постоянно висел портрет С.К. Моралева. Сергеем Константиновичем была написана одна из глав книги "Электрические процессы в газах и вакууме", вышедшей после окончания войны (1947 г.).

Выпускник кафедры Л.В. Бердников участвовал в боях под Ельней и пропал без вести в 1941 г.

В конце войны вернулись на кафедру и продолжили работу А.С. Аникеев, М.Я. Васильева, В.А. Булат, И.И. Глотов.

В связи с угрозой Москве Правительство решило эвакуировать Московский университет в Ашхабад — столицу Туркменской ССР. Тремя эшелонами преподаватели, сотрудники, студенты с огромными лишениями были перебазированы в Ашхабад. Кафедра электроники в основном составе уехала из Москвы эшелонам МГУ в октябре 1941 г. В Ашхабаде профессоров и аспирантов разместили, в основном, на квартирах местных жителей. Студенты и аспиранты жили в классах двух школ, в которых были установлены кровати. Для учебного процесса МГУ было предоставлено новое, еще не законченное строительством, здание Ашхабадского Педагогического института им. М. Горького (АГПИ). Оно было расположено на окраине (в то время!) города в 3-4 км от студенческих общежитий. Руководителем ашхабадской части МГУ был проректор профессор И.С. Галкин. Студенты и аспиранты ходили каждый день на занятия в АГПИ, совмещая их в целях заработка с разгрузочными работами на станции или участвуя в массовых съемках на киностудии им. Довженко, эвакуированной из Киева. Кроме того, в целях подготовки к летним сельскохозяйственным работам студенты были обязаны во внеучебное время заниматься на курсах подготовки трактористов и комбайнеров при сельскохозяйственном институте. Все это приводило к тому, что, например из 5 человек 2-го курса на лекции присутствовали 2-3 человека. Но, учитывая обстановку, профессора и преподаватели проводили занятия даже, если присутствовал один студент!

Николай Александрович вместе с профессорами Г.В. Спиваком, Э.М. Рейхруделем, доцентом А.В. Афанасьевой и несколькими сотрудниками уделяли много времени и энергии подготовке лекций, консультациям преподавателей АГПИ, организации лабораторных работ в практикуме. Бурную деятельность по созданию оптичес-



кой лаборатории развил профессор А.Б. Млодзеевский, используя при остром недостатке приборов атмосферные условия — чистоту воздуха, яркое солнце, голубое небо.

Несмотря на отсутствие условий для нормальной научной работы все сотрудники кафедры Николая Александровича стремились оказать максимальную помощь стране. Прежде всего, необходимо было создать стеклодувную мастерскую, где можно было бы изготавливать и затем откачивать стеклянные трубки. Под руководством Николая Александровича силами профессоров Э.М. Рейхруделя и Г.В. Спивака и активной деятельности опытного стеклодува М. Дергачева удалось собрать вакуумную установку. Первоначально на ней изготавливались различные стеклянные приборы для нужд госпиталей. Было выпущено большое число изделий, которые использовались для лечения раненых, эвакуированных в Ашхабад. В дальнейшем выпуск стеклянных изделий был увеличен. Из Ташкента, Небит-Дага, Чарджоу, Мары и других городов приезжали представители промышленных организаций с просьбами изготовить те или иные стеклянные детали и приборы для проведения важных работ.

В связи с тем, что в Ашхабаде не было технических возможностей развернуть активную работу для помощи фронту, руководство университета в начале 1942 года обратилось к правительству с просьбой перевести университет в другой город, где такие возможности имеются (с тайной надеждой возвратиться в Москву, от которой немцы были отброшены на значительное расстояние мощным ударом Красной Армии в начале декабря 1941 года).

В марте 1942 года профессора физического факультета Н.А. Капцов и А.С. Предводителей и несколько профессоров других факультетов были вызваны в Москву для выполнения правительственных заданий оборонного значения. Кроме того, правительство приняло решение о переводе университета из Ашхабада в Свердловск, где имелась широкая и мощная индустриальная база. Лето 1942 года университет перебазировался в Свердловск и разместился в здании Уральского Индустриального института (УИИ).

Еще в Ашхабаде Николаем Александровичем и Г.В. Спиваком была выполнена работа "Разработка проекта технологии восстановления электрических ламп накаливания", практическая реализация которой оказалась возможной в Свердловске. При составлении проекта большую роль сыграл опыт Николая Александровича, который несколько лет одновременно с МГУ работал руководителем



лаборатории и консультантом на Московском электроламповом заводе (МЭЛЗ). Нужда в электролампах была очень большая, так как оборонная промышленность работала в три смены. Ламповые заводы в Ленинграде и Москве были частично эвакуированы и еще не восстановили выпуск продукции в полном объеме. Процесс регенерации перегоревших лампочек заключался в замене нити с помощью специального приспособления и последующей откачки воздуха. Гетерированные вольфрамовые нити Николай Александрович и Г.В. Спивак привозили из Москвы от МЭЛЗ'а.

За 12 дней цех регенерации электроламп был пущен в ход. Активное участие в работе цеха принимали доцент А.В. Афанасьева, кварцевуд Е.М. Пономарева, сотрудники местной промышленности. Ежедневно цех выпускал около 100 ламп. Позднее этот же цех освоил производство специальных взрывобезопасных ламп для шахт Свердловского рудоуправления.

За успешную и быструю организацию цеха по регенерации электроламп Николай Александрович был награжден Почетной Грамотой Сталинским Райкомом ВКП(б) и исполкомом Сталинского Райсовета, как стахановец науки и техники (3.01.1943 г.). 9 января 1943 года сотрудники кафедры были награждены грамотами "За высокие показатели производительности труда в социалистическом соревновании за выполнение новогодней клятвы уральцев товарищу Сталину". Эти награды явились высоким моральным стимулом для сотрудников кафедры*). В середине 1943 года после возвращения МГУ в Москву в лаборатории электрических явлений в газах НИИ физики была налажена работа по регенерации ламп накаливания.

*) Для современного молодого читателя необходимо пояснить понятие «социалистического соревнования». Соревнование — стремление отдельных людей или коллективов достигнуть наилучших результатов при выполнении одинаковой или аналогичной работы является полезным фактором развития общества. В СССР победители соцсоревнования обычно получали моральное поощрение в виде приказа с благодарностью, почетной грамоты, красного знамени или вымпела, почетного знака, а иногда даже ордена или премии. В 30–80-х годах соцсоревнование проходило в формах «ударничества», стахановского движения, коммунистических субботников и др. Кафедра профессора Н.А. Капцова нередко показывала лучшие результаты в соревнованиях, например, по состоянию спецпрактикума, учебным показателям студентов, их участию в сельскохозяйственных работах и т. п.



К концу 1943 года число восстановленных ламп достигло 3000 штук в месяц.

Доцент кафедры колебаний Г.А. Бендриков, воевавший в 1942 г. в частях связи Калининского фронта, вспоминал, что большую помощь кафедра профессора Н.А. Капцова оказала армии, изготовив наполненные неонем газоразрядные трубки. Они использовались как индикаторы высокочастотных колебаний в антеннах передатчиков и значительно сокращали время для определения неисправностей в радиостанциях.

В конце войны, зам. наркома обороны Н.А. Булганин издал приказ, по которому военнослужащие, бывшие студенты некоторых ВУЗ'ов, должны быть демобилизованы и направлены в распоряжение ректоров для окончания высшего образования. Приказ был вызван необходимостью резко улучшить подготовку специалистов по радиолокационной технике, ядерной физике (атомная бомба!) и другим специальностям. Один из авторов этой книги, офицер авиационной части ПВО Юго-Западного фронта, получил письменное предписание Штаба ВВС явиться в распоряжение ректора МГУ. Ректор (в то время профессор А.С. Бутягин) расписался в получении "своего" студента и издал приказ об его восстановлении. Многие студенты, позднее аспиранты кафедры профессора Н.А. Капцова, пришли в университет аналогичным путем. У каждого из них по-разному проходил процесс возвращения к студенческой жизни, но почти всегда завершался он успешно; суровые армейские условия послужили хорошей жизненной школой для молодого человека. Молодые энергичные люди горели желанием учиться, продолжать занятия, прерванные войной, возобновить научную и преподавательскую деятельность в институтах. На кафедре профессора Капцова возвратились на работу или стали студентами и аспирантами: А.С. Аникеев, В.А. Булат, М.Я. Васильева, А.М. Девятов, Х.А. Джерпетов, В.Д. Ермошин, И.С. Жолудев, А.А. Кузовников, Ф. Мигдеев, А.В. Назаренков, Г.М. Патеюк, П.А. Петров, Н.А. Попов, Э.М. Рейхрудель, Г.С. Солнцев, М.З. Хохлов (Герой Советского Союза), А.В. Чернетский и др.

В послевоенные годы значительно растет количество студентов, обучавшихся на кафедре электроники. Если за 10 лет довоенного периода курс обучения в аспирантуре кафедры прошли 15 человек, то в послевоенные годы их число достигло 67 человек, а общее число студентов, окончивших кафедру, составило 490 человек.



Были существенно модернизированы и дополнены основные лекционные курсы, читавшиеся для студентов отделения радиофизики и электроники (Н.А. Капцов, Г.В. Спивак) и студентов вечернего отделения факультета (А.А. Зайцев, Е.М. Дубинина, Г.С. Солнцев, А.Е. Лукьянов, Г.В. Сапарин). На кафедре возникли новые лекционные курсы радиофизического профиля ("Взаимодействие электромагнитных волн с плазмой" — Г.С. Солнцев, А.Ф. Александров, "Электроника газового разряда" — А.А. Зайцев, "Высокочастотные и СВЧ разряды" — П.А. Петров, Г.С. Солнцев, "Нестационарные электрические процессы в газах" — В.Л. Грановский и др.).

Начали развиваться новые направления научной работы на кафедре, тематика которых связана с радиолокационной техникой, проблемой управляемого термоядерного синтеза, взаимодействием заряженных частиц с поверхностью, процессами в газоразрядных лазерах.

15 марта 1948 года Советом Министров СССР и ЦК ВКП(б) было принято решение о строительстве нового здания для Московского университета.

Профессор Н.А. Капцов был назначен председателем Комиссии по оборудованию физического факультета в новом здании. Комиссия разместилась между шкафами в физическом кабинете рядом с Большой Физической аудиторией.

В предвкушении блестящих перспектив все кафедры факультета составляли многочисленные списки новых современных приборов и установок. Оформлялись заявки на заводах. Огромную техническую работу проводила Е.И. Сибирцева. Она заполняла на машинке большие "простыни" с характеристиками приборов, которые представляли кафедры.

Доцент кафедры электроники П.А. Петров, опытный радиоинженер, разработал проект высоковольтного корпуса, предназначенного для изучения высоковольтных и высокочастотных разрядов и поведения материалов при высоких напряжениях. К сожалению, по независимым от кафедры обстоятельствам, уже в процессе строительства здание высоковольтного корпуса получило другое назначение — в нем решили разместить электронно-вычислительный центр университета.

На кафедре электроники сотрудники и аспиранты в меру своих знаний и фантазии составляли планы лабораторий, размещаемых в так называемых "стандартах" (комнатах по 24 и 48 кв. м). Выреза-



лись из миллиметровой бумаги прямоугольники по размерам столов, мебели, установок и размещались по комнатам. Николай Александрович тщательно следил, чтобы работа шла интенсивно, и лично интересовался "начинкой" лабораторных помещений.

Кроме комиссии по оборудованию факультета Николай Александрович был руководителем Комиссии по электрическому экранированию помещений Университета. Он обсуждал с проектировщиками конструкции для экранирования окон, дверей, вентиляционной арматуры. Важным элементом экранировки стен металлическими листами был вопрос о специальных креплениях в стенах для установки полок под приборы. Большое внимание уделялось коробам на вентиляционные люки, которые обеспечивали бы ослабление сигналов и в то же время достаточный приток воздуха.

Тщательная экранировка помещений необходима была как для защиты измерительной аппаратуры от электрических полей снаружи помещения, так и для предохранения выхода радиоизлучения из помещений лабораторий при использовании в работе генераторов ВЧ и СВЧ радиоволн. Как показал опыт работы с такими генераторами после переезда в новое здание, последняя задача была успешно решена. Постоянный контроль с помощью радиопеленгаторов, установленных на машинах, объезжающих вокруг здания факультета, ни разу не обнаружил радиоизлучения из лабораторий.

Однако, обитые металлическим листом двери и оконные рамы заметно портили интерьер лабораторий. Позднее, после въезда в здание, они были с успехом заменены сетками, пропускающими дневной свет.

Деятельность Н.А. Капцова в качестве председателя Комиссии по экранированию связана с одним интересным фактом. Николай Александрович очень опасался (и не без основания!) воздействия на прецизионные измерения токов электрических помех, создаваемых интенсивными искрами между проводами и троллями троллейбусов. "В одну телегу впрячь не можно коня и трепетную лань", — говорил он. По инициативе Николая Александровича троллейбусные маршруты были вынесены на Ломоносовский проспект подальше от здания МГУ. В то же время автобусы и автомашины имеют возможность курсировать по всем проездам вокруг зданий университета.

Научная работа на кафедре электроники в то время требовала прецизионных измерений малых токов (до 10^{-15} А) при изучении



фотоэффекта, вторичной электронной эмиссии, начальных стадий коронного разряда. Для исследований ВЧ и СВЧ разрядов использовались мощные ВЧ и СВЧ генераторы. Поэтому Николай Александрович предусмотрел размещение таких работ в хорошо экранированных помещениях, расположенных, как правило, в подвальном и цокольном этажах.

Кроме подготовки техники и оборудование помещений на кафедре обсуждались перспективы проведения научных исследований и учебного процесса в новых условиях. Создавались и обсуждались новые спецкурсы, актуальные направления научных исследований, модернизация задач специального практикума. Николай Александрович вместе с сотрудниками еще до полного завершения строительства несколько раз приезжал на Ленинские горы и осматривал будущие помещения кафедры. Такие "прогулки" по слабо освещенным коридорам, хотя и содержали полезную информацию, но иногда сопровождались травмами ученых, которые проваливались в подвальные люки или спотыкались на строительной арматуре. К счастью, дело ограничивалось синяками и шишками, а серьезных травм никто не получил.

Все вышесказанное позволило кафедре Н.А. Капцова сразу после переезда в 1953 году активно включиться в научную и учебную работу в новом здании. В составе кафедры образовались две научные лаборатории: газовой электроники под руководством Н.А. Капцова и электронной оптики и микроскопии, возглавляемой Г.В. Спиваком. В них, а также в двух спецпрактикумах по тематике лабораторий, развернулась активная работа по освоению новых помещений и установке оборудования.

В 1963 году образовалась новая проблемная лаборатория микроэлектроники под руководством Г.В. Спивака и Р.В. Телеснина.

В каких условиях работала кафедра Н.А. Капцова в послевоенные годы?

Огромные людские и материальные потери, сильно ослабленная экономика страны привели к исключительно тяжелым условиям жизни людей. Только в 1948 году была отменена карточная система распределения продуктов; одежда, предметы быта распределялись по талонам, многие люди не имели жилья. Но в то же время существовала эйфория, вызванная победой нашей страны над фашистской Германией и возникновением во многих странах Европы и Азии передового, как тогда считали, режима народной демокра-



тии. Однако после речи Черчилля в Фултоне (1946 г.) возникло и быстро усиливалось идеологическое противостояние социалистического лагеря странам капитала, в первую очередь США. Опустился плотный "железный занавес". Почти полностью порушились международные контакты между научными учреждениями и личные контакты между учеными. Одновременно возникала конкуренция в области создания атомного и других видов вооружения. Это требовало квалифицированных ученых кадров физиков, химиков, инженеров, технологов, проектировщиков. Необходимо было объединить научный потенциал прикладных НИИ, институтов Академии Наук и военных организаций. Это делает понятным решение правительства и "директивных органов" (как раньше называли руководство КПСС) об усилении финансирования научно-исследовательских работ за счет не только прямого бюджетного финансирования, но и косвенного, за счет направления средств по другим каналам.

Сотрудники кафедры старшего поколения с тоской вспоминают "золотой век", когда существовали весьма широкие возможности для плодотворной научной работы. В этот период времени (приблизительно 1950–1970–75 гг.) финансирование научной работы на кафедрах проводилось — за счет заключения договоров на выполнение совместных работ с предприятиями, отраслевыми институтами, "почтовыми ящиками", военными организациями. "Заказчики" в то время получали хорошее финансирование от государства и имели возможность в рамках сотрудничества переводить часть средств в МГУ. Кроме того, правительство разрешило промышленным организациям, воинским частям и т.д. безвозмездно передавать приборы и другое оборудование университету в порядке "оказания технической помощи" (у военных был в моде лозунг "перекуем мечи на орала!").

Кафедра профессора Н.А. Капцова такие "хозяйственные договоры или договоры "о социалистическом содружестве" имела с управлением Военно-Воздушных Сил, институтом Атомной энергии, Электроламповым заводом, Физическим институтом Академии Наук, многими "почтовыми ящиками", работавшими на оборонную тематику.

Такое положение, во-первых, давало ученым моральное удовлетворение практическими применениями результатов их исследований; во-вторых, позволяло оснастить кафедру и практикум со-



временной научной аппаратурой, вакуумными приборами, мощными ВЧ и СВЧ генераторами, электронными микроскопами и др. Наконец, в-третьих, оно давало существенное дополнение к зарплате.

Большую роль для развития таких совместных работ играла тесная связь кафедры в лице профессоров Н.А. Капцова, Г.В. Спивака, Э.М. Рейхруделя, а также В.Е. Юрасовой, П.А. Петрова с производством и отраслевыми НИИ.

Интенсивное поступление новой аппаратуры (часто весьма габаритной) вызвало необходимость частично использовать технические помещения в подвалах и на чердаках, которые ранее проектировались под технические службы. Было решено также сократить (без вреда для здоровья) избыточное число туалетов. Их помещения были использованы для административных служб, не требующих силовой энергии, газа, воздуха.

Со свойственной ему скромностью Николай Александрович предложил использовать его собственный кабинет под лабораторию, а сам занял небольшую часть двухстандартной комнаты, отгородив ее книжными шкапами. "Начальница кафедральной канцелярии" машинистка Е.И. Сибирцева была размещена в части коридора цокольного этажа, отделенной перегородкой.

Следует отметить, что в этот период на кафедре под общим руководством Н.А. Капцова, Г.В. Спивака, Э.М. Рейхруделя, В.Е. Юрасовой, А.А. Зайцева и др. были выполнены на современном научно-техническом уровне работы по исследованиям СВЧ и ВЧ разрядов, методам электронной микроскопии, ионного травления, ионным насосам и др. Эти работы получили широкое признание в Советском Союзе и за рубежом. Активное участие сотрудников кафедры в международных и внутрисоюзных конференциях давало возможность быстро и эффективно доводить информацию о них до широких кругов советских и иностранных ученых. В 1958 году на базе кафедры была успешно проведена Вторая Всесоюзная конференция по газовой электронике с приглашением многих иностранных ученых. Конференция проводилась при поддержке Академии Наук и Министерства Высшего Образования. Однако основная организационная и техническая работа легла на кафедру электроники. Активное участие в ней принимали профессора Н.А. Капцов, В.Л. Грановский (зам. председателя оргкомитета), Э.М. Рейхрудель, многие сотрудники и аспиранты кафедры. От кафедры были представлены 17 докладов. Николай Александрович выступил с об-



зорным докладом "Высокочастотные и сверхвысокочастотные разряды в газах". Кроме того, он был руководителем секции "Высокочастотные токи в газах".

В работе конференции принимали участие многие известные советские ученые (академики Л.А. Арцимович и М.А. Леонтович, профессора В.А. Фабрикант, С.Ю. Лукьянов, В.Е. Голант и др.), а также зарубежные физики: Л. Тонкс, С. Браун, Н. Маргенау (США), Е. Бадереу (Румыния), Л. Пекарек (ЧССР), Г. Хардинг (Англия), Макс Штеенбек (ГДР).

Автор известной книги по электрическим разрядам и их применениям М. Штеенбек был председателем на одном из заседаний. Он вспоминает: "При большом числе докладов главная трудность всегда в том, чтобы не нарушить регламент заседаний. Мне это удалось благодаря шутливому предложению, встреченному одобрительным смехом присутствующих: каждому заявленному докладчику я предоставляю в совокупности 15 минут, полагающиеся на доклад и обсуждение; если кто-то потратит на доклад большую часть отведенного времени, то мы будем считать, что он боится обсуждения - в СССР это чуть ли не самое обидное обвинение для ученого" (М. Штеенбек. Путь к прозрению. М.: Наука, 1988, 281 с.).

Пикантная ситуация возникла после доклада профессора Масчусетского Технологического института С. Брауна (США). Он выступил с обзорным докладом в конце вечернего заседания и предложил присутствующим после доклада посмотреть слайды с изображением его лаборатории и домашней жизни. Председатель заседания (В.Л. Грановский) заметил, однако, что ввиду позднего времени лучше перенести демонстрацию слайдов на другое время (опасаясь, по-видимому, чересчур яркой иллюстрации превосходства условий работы и жизни американского ученого по сравнению с советскими). Однако присутствующие на заседании участники конференции активно выразили желание остаться на просмотр слайдов сегодня. Просмотр состоялся несмотря на позднее время и действительно вызвал у некоторых зрителей чувство зависти к американскому образу жизни.

Конференция вызвала большой интерес у физиков, занимающихся исследованием процессов в плазме газовых разрядов, методами ее диагностики и применения. Она способствовала значительному росту авторитета кафедры, руководимой Николаем Александровичем.



Научные интересы Николая Александровича были очень широки. На научном семинаре, которым руководил Николай Александрович, регулярно заслушивались и обсуждались не только доклады сотрудников и аспирантов кафедры, но и сообщения известных ученых-специалистов по различным вопросам физики газовых разрядов, процессов в плазме, методам ее диагностики. В семинаре принимали участие: чл.корр. АН С.Л. Мандельштам (оптическая диагностика плазмы), академик М.А. Леонтович, Ю.Н. Днестровский (термоядерная плазма), А.В. Недоспасов (теория страт в разряде), В.Е. Голант (микроволновая диагностика), Ю.М. Коган (зондовый метод, подвижность ионов), А.А. Рухадзе (электродинамика плазмы) и другие.

Интересным вопросом, например, была (и остается в настоящее время) природа шаровой молнии, ему были посвящены доклады И.П. Стаханова и профессора А.А. Власова. В докладе А.А. Власова большое время жизни шаровой молнии по сравнению с линейной молнией объясняется тем, что шаровая молния живет за счет собственной энергии, аккумулированной в плазме, размеры которой уменьшаются с течением времени. В эти же годы (после окончания войны) активно обсуждалась и экспериментально исследовалась модель академика П.Л. Капицы, согласно которой шаровая молния существует за счет электромагнитной энергии, получаемой благодаря излучению линейных молний в этой местности.

Николай Александрович также интересовался этими моделями. На кафедре электроники А.А. Кузовников, Г.И. Горяга, аспирант Г. Ярамышев и др. при участии П.А. Петрова пытались использовать мощный ВЧ генератор для получения искусственной шаровой молнии. К сожалению, эта работа не получила дальнейшего развития.

Однако наряду с благоприятными событиями в жизни кафедры профессора Н.А. Капцова необходимо остановиться на некоторых негативных фактах, происходивших в послевоенные годы.

Кризис в биологической науке после известной августовской сессии ВАСХНИЛ в 1948 году вызвал значительные изменения в научно-организационной работе и кадровом составе на некоторых факультетах МГУ. Предполагалась организация беседы с идеологическим уклоном и по проблемам физики, в частности некоторым положениям квантовой теории. Эта дискуссия, к счастью, не состоялась, так как руководство страны прислушалось к мнению авторитетных советских физиков и признало нецелесообразным отвле-



кать ученых от решения актуальнейших в то время задач развития ядерной энергетики и создания атомного оружия.

Однако на физическом факультете была проведена кампания по "обследованию вопроса подбора и расстановки кадров". Естественно, что Николай Александрович с большим беспокойством относился к этой кампании, учитывая свои "купеческие" корни, наличие репрессированных братьев и немецкое происхождение супруги — Фриды Апполиinarieвны. Здоровые силы в университете, к счастью, воспрепятствовали появлению каких-либо "оргвыводов", от которых пострадал бы Н.А. Капцов. Однако сильный психологический стресс не мог не оказать влияние на его жизнедеятельность и эффективность работы. Поэтому становится понятной его некоторая "аполитичность", нежелание разговаривать в университете на политические темы с малознакомыми людьми, коллегами по работе, студентами.

Иногда проявлялось определенное предубеждение со стороны некоторых ученых-физиков институтов Академии наук по отношению к ученым университета и их работам.

Нельзя согласиться, например, с мнением о физическом факультете академика В.А. Фока, высказанном в письме академику П.Л. Капице (*П.Е. Рубинин*. Фок и Капица. Природа. 1993, № 10, с. 98). На основании своего двухмесячного пребывания в должности заведующего кафедрой теоретической физики В.А. Фок делает заключение о "засорении факультета весьма многочисленной группой посредственных физиков, из которых некоторые давно прекратили научную работу и в современной физике совершенно не разбираются". В число таких физиков был включен и Николай Александрович Капцов!

Это высказывание резко контрастирует с мнениями о профессоре Н.А. Капцове президента АН СССР С.И. Вавилова, академиков Б.А. Введенского, Б.Б. Кадомцева, специалистов по физике плазмы В.Л. Грановского (ВЭИ), М.С. Рабиновича и А.А. Рухадзе (ИОФАН), А.В. Тимофеева (ИАЭ), А.А. Власова (МГУ) и многих других советских, а также зарубежных ученых (М. Штеенбек, А. Энгель, Е. Бадереу и др.). Эти физики весьма высоко ценили Н.А. Капцова как выдающегося ученого, организатора электровакуумного производства в СССР, опытного воспитателя молодых физиков. О высоком авторитете профессора Н.А. Капцова говорят правительственные награды и присвоение ему звания Заслуженного

деятели науки и техники РСФСР. Глубокие знания Н.А. Капцова в области физики элементарных процессов в газовых разрядах, условия их возникновения, поведение мелких частиц в пространстве вблизи коронного разряда, взаимодействие электромагнитных волн с "искусственным" диэлектриком, процессы в фотоэлементах высоко ценились в нашей стране и получили широкое практическое применение.

Вызывает удивление, что в цикле работ по физике плазмы, проводившихся в связи с термоядерной проблемой, весьма слабо использовались результаты исследований, проводившихся на кафедре Н.А. Капцова. Это относится, например, к влиянию на ионизационно-рекомбинационные процессы примесей газов, явлению переноса, в том числе аномальный перенос, обусловленный ионно-звуковыми и дрейфовыми неустойчивостями в магнитно-активной плазме и других явлений, в изучение которых внесли значительный вклад работы Н.А. Капцова, В.Л. Грановского, А.А. Зайцева и других сотрудников. Вместе с тем, следует отметить значительную роль работ по изучению механизма ионной бомбардировки различных материалов в выяснении процесса взаимодействия плазмы с поверхностью (Г.В. Спивак, В.Е. Юрасова, И.Н. Прилежаева, А.И. Крохина и др.).

ПРАКТИКУМ КАФЕДРЫ. РОЛЬ Н.А. КАПЦОВА

Николай Александрович очень большое внимание уделял практикуму кафедры. Заводы электровакуумной промышленности и научные учреждения страны испытывали острый недостаток в квалифицированных специалистах по вакуумной технике и электронным приборам. Все задачи были связаны с научными направлениями кафедры (электрические разряды, эмиссионные свойства материалов, электронная оптика, элементарные процессы в плазме). Они предназначались для закрепления знаний, полученных на лекционных курсах "Техника высокого вакуума", "Катодная электроника", "Электрические разряды в газах", "Основы электронной оптики" и др.

По инициативе Николая Александровича еще в старом здании факультета на Моховой были поставлены задачи: "Техника высо-



кого вакуума", "Закон Пашена в газовом разряде", "Функция распределения электронов по энергиям при вторичной эмиссии", "Измерение распределения электрического потенциала в системе электродов с помощью электролитической ванны", "Закон трех вторых" и др.

Позднее, некоторые лабораторные работы были переданы в общий физический практикум, где до настоящего времени успешно выполняются студентами младших курсов.

В задаче "Фотоэффект" студенты должны были самостоятельно изготовить на вакуумной установке (разумеется, используя полуфабрикаты) и исследовать свойства полученного сурьмяно-цезиевого фотоэлемента. При этом они основательно познакомились с техникой высокого вакуума, с технологией изготовления электровакуумных приборов.

Наряду с требованиями глубокого научного содержания и уровня технического оснащения лабораторной работы Николай Александрович обращал много внимания на условия техники безопасности, так как почти все установки требовали использования высокого напряжения.

В соответствии с профилем работы как в практикуме, так и в научных лабораториях кафедры в качестве основных элементов вакуумных установок широко использовались приборы с ртутным заполнением. Такими приборами являлись ртутные насосы Ленгмюра, измерители давления Мак-Леода, U-образные манометры и др. Кроме того, в ряде лабораторных работ объектом исследования являлся разряд в парах ртути, в котором было удобно менять давления методом вымораживания с помощью "холодной стенки".

Несмотря на строгие инструкции техники безопасности, студенты по неосторожности нередко разбивали стеклянные установки, и ртуть попадала в помещение. Разлитую ртуть собирали медицинскими спринцовками, тряпками и выбрасывали в ... водопроводные раковины (!). Неудивительно, что институт Радиоэлектроники АН, занявший бывшее здание физфака после переезда МГУ в новое здание, обнаружил во время ремонта помещений килограммы ртути на полах под линолеумом и в коленях водопроводных труб! Для некоторых сотрудников, работавших в старом здании, длительное общение с парами ртути привело к досрочной потере зубов и другим неприятностям.

В новом здании МГУ на Ленинских Горах ректор специальным



приказом запретил использование в помещениях Университета приборов, содержащих ртуть (хотя газосветные лампы, наполненные парами ртути, широко применяются для освещения помещений!). Вместо допотопных деревянных стоек для крепления деталей вакуумных установок по инициативе Николая Александровича преподаватель кафедры Х.А. Джерпетов совместно с ЛОК (Лаборатория Опытных Конструкций) разработал конструкцию металлических разборных стоек. Такие универсальные металлические установки были изготовлены в мастерских факультета и установлены в спецпрактикуме кафедры. Вместо ртутных насосов и манометров стали использоваться паромаслянные насосы, электронные и масляные манометры.

Вакуумные и стеклодувные работы требовали использования сжатого воздуха, газа, водяного охлаждения. Для обеспечения противопожарной безопасности в каждой комнате висели плакаты: "Уходя, проверь не раз воду, воздух, свет и газ!".

Несколько лабораторных работ были посвящены разнообразным методам исследования плазмы. К ним относятся метод электрических зондов, позволяющий измерять концентрацию электронов и их температуру в плазме постоянного тока и высокочастотного разряда. С помощью оптических методов измерялись температура электронов, концентрация возбужденных атомов, функции возбуждения некоторых линий гелия. Метод микроволнового зондирования плазмы ($\lambda = 3$ см) позволял измерить концентрацию электронов и частоту их столкновений с атомами в плазме.

В период работы Николая Александровича в МГУ все лабораторные работы были экспериментальными, т.е. каждый студент должен был самостоятельно собрать электрическую схему или грамотно включить вакуумную установку, предварительно ознакомившись с изучаемым явлением по описанию задачи. Одна из работ (метод электрических зондов) могла выполняться как в ручном, так и в автоматическом режимах (с помощью ЭВМ МЕРА-60), что в то время являлось значительным прогрессом в применении ЭВМ в учебном процессе.

С целью обеспечения сохранности приборов и выполнения требований техники безопасности в лаборатории были развешаны плакаты "Не включать схему без проверки преподавателем", или "Включать самостоятельно автоматы строго воспрещается" или "После окончания работы приведи в порядок провода". Последнее требо-



вание вызывало иронические замечания студентов. На стол преподавателя легла студенческая эпитафия:

После окончания работы
Приведи в порядок провода
Ведь назавтра будет снова кто-то
Их прикручивать туда-сюда.
Надо, чтоб ему удобней было,
Чтобы время зря он не терял
Пусть немного сэкономит силы,
Сбережет моральный капитал.
И запомни: пусть смеется кто-то,
Говорит, что это ерунда,
Но как только кончил ты работу,
Приведи в порядок провода!

В спецпрактикуме работали студенты 3–5 курсов не только кафедры Н.А. Капцова, но и других кафедр физического факультета. Кроме того, периодически приходили группы студентов ВУЗов Москвы и других городов, прикомандированные к МГУ. Благодаря высокому научному и техническому уровню работ спецпрактикум кафедры нередко становился победителем соцсоревнования среди кафедр отделения радиофизики.

Учитывая многоступенчатость экспериментального обучения студентов, начиная с 1 и кончая 5 курсом, ряд преподавателей предложили создать "сквозные" циклы задач. На 1–3 курсах студенты изучают физические явления в упрощенном экспериментальном исполнении и в рамках знаний, полученных на начальном этапе обучения — в лабораториях общего физического практикума. На старших (3–5) курсах те же студенты уже на специальных кафедрах изучают те же физические явления на базе более глубоких знаний, что дает возможность серьезного изучения процессов или их применения для конкретного технического приложения. Примером может служить изучение в общем практикуме общих законов распространения электромагнитных волн в среде, а в специальном — использование этих законов для исследования характеристик ионизованного газа, через который проходит электромагнитная волна. Н.А. Капцов поддержал идею "сквозных" циклов задач. Разумеется, ее реализация потребует дополнительной работы кафедр по



"увязке" задач, согласованию текстов их описаний и методике измерений, но, по нашему мнению, игра стоит свеч!

Большое внимание Николай Александрович уделял организации труда в практикуме и производственной дисциплине.

Куратором задачи, отвечающим за ее научное содержание и описание работы, являлся преподаватель, направление научной работы которого было близко к содержанию задачи. Такими кураторами в различные периоды были А.А. Зайцев, В.Л. Грановский, Х.А.-Джерпетов, А.С. Аникеев, М.Я. Васильева, Г.А. Жолудева, А.М. Девятов, С.Ю. Галузо, Г.С. Солнцев, Б.Н. Швилкин, В.П. Савинов и др.

Техническое состояние всех задач, правила техники безопасности, поддержание чистоты и порядка в помещении, также как и в настоящее время, лежало на помощниках преподавателей (старший лаборант, техник, инженер). Они в значительной степени определяли уровень работы практикума. Опытными "хозяйками", без которых невозможно представить нормальную и эффективную деятельность практикума в его "штатном" режиме, в различные периоды его истории были разные люди. К ним относятся Н.П. Попова, Е.Я. Шпакова, И.А. Канавец, И. Буланова, Л.Ф. Осминкина и многие другие. Некоторые из них работали еще в вакуумной лаборатории практикума в старом здании Физического факультета на Моховой улице. Сейчас, более чем через полвека, продолжают работать задачи, собранные руками Н.П. Поповой. И сейчас, когда Н.П. Попова уже не работает на кафедре электроники, сотрудники кафедры нередко прибегают к ее советам при ремонте задач практикума.

Общее административное руководство практикумом осуществлялось (как и в настоящее время) старшим преподавателем практикума. В его обязанности входит следить, чтобы научно-технический уровень лабораторных работ соответствовал современному состоянию научных исследований. Обязанности старшего преподавателя практикума выполняли доценты Е.М. Дубинина, М.Б. Гусева, В.И. Петров, Г.С. Солнцев.

Заботясь о высоком научном и техническом уровне практикума, Николай Александрович часто командировал старших преподавателей практикума в другие ВУЗы близкого профиля, рекомендовал использовать информацию о практикумах при поездках преподавателей в другие города и страны для участия в конференциях, преподавательской работы и т.п.



Описания лабораторных работ, составленные преподавателями кафедры, включены в книгу "Специальный физический практикум", которая выходила в 1945 и 1960 гг. под редакцией профессора Г.В. Спивака.

За все время своего существования практикум кафедры электроники непрерывно модернизировался. В последние десятилетия XX века совершенствование задач происходило по двум направлениям.

Во-первых, автоматизация измерений с помощью компьютера с целью демонстрации студентам возможностей увеличения производительности труда научного работника.

Во-вторых, моделирование физических процессов на компьютере с помощью расчета различных параметров в широком диапазоне условий.

Николай Александрович всегда проявлял интерес к использованию современной техники. При его жизни, однако, применение ЭВМ в учебных лабораториях проводилось на начальном этапе развития, когда использовались компьютеры с ограниченными возможностями (типа "Электроника", ДВК-3, Мера-60 и т.п.).

ЗАСЛУГИ Н.А. КАПЦОВА В ИСТОРИИ ФИЗИКИ

Профессор Н.А. Капцов известен не только своими научными трудами по вакуумной технике, электрическим разрядам в газах, эмиссионной электронике и радиофизике. Он внес большой вклад в историю развития физики в России в целом, и в частности, в Московском университете. Он является автором свыше 30 книг, статей, стенограмм лекций, популярных брошюр, в которых широким планом отражена роль русских ученых в развитии физики, электротехники, газовой электроники.

Работы Николая Александровича в области истории физики можно разделить на три группы.

В первую группу входят статьи, в которых изложена история развития преподавания физики, методологические приемы чтения лекций в различные периоды существования Московского университета, начиная с его основания в 1755 до 1911 года.



Другая группа работ посвящена описанию жизни и деятельности отдельных ученых. В них делается акцент на их собственные заслуги в науке и технике и создании научных школ, особенности характера, условия научной и педагогической работы, научное признание. К этому циклу работ Николая Александровича относятся его книги и статьи о П.Н. Лебедеве, П.Н. Яблочкове, Э.Х. Ленце, А.С. Попове, В.В. Петрове, И.Ф. Усагине, Д.Д. Томсоне.

Третья группа работ по истории науки включает научно-популярные статьи, публичные лекции, доклады на конференциях. Сюда же следует отнести статьи Николая Александровича, написанные им для Большой Советской Энциклопедии и Физического словаря (зонд, ионизация толчком, искровой разряд, катод, электрические разряды в газах и др.).

При подготовке работ по истории физики Николай Александрович использовал не только труды самих ученых, о которых он рассказывал, но и многочисленные исторические материалы, отзывы их коллег, архивные данные.

Жизнь Николая Александровича в течение многих лет была тесно связана с обучением, научной работой и преподавательской деятельностью в стенах Московского университета. Поэтому он с особым интересом исследует историю преподавания физики в университете. Мы не имеем возможности (да и не ставим целью) излагать подробно и анализировать развитие методов преподавания физики в XVIII-XX вв., как это делает Николай Александрович. Ограничимся лишь кратким перечислением различных профессоров и методов преподавания в "панорамном" плане. Это позволит нам взглянуть на историю физики в университете глазами Н.А. Капцова.

Первым постоянным лектором по физике был профессор Иван Акимович Рост, который читал лекции с 1761 по 1791 гг. по физике (а также по математике, металлургии и горному делу, оптике, механике, учению о трении, гидростатике, аэрометрии, геодезии) на латинском языке. Во время публичных лекций один из студентов переводил лекцию на русский язык. Рост был полиглотом и говорил на 8 языках, его основной научной специальностью было языковедение (но русским языком он не владел!).

После Роста (с 1791 по 1812 гг.) чтение лекций по физике продолжал профессор П.И. Страхов уже на русском языке, он же издал собственный учебник "Начертание краткое физики". Интересны особенности преподавания физики в этот период: сначала читается



лекция, а потом показываются лекционные опыты (например, до обеда — лекции, после обеда — демонстрации). Только позднее физики университета осознали пользу совместного изложения теории и подтверждающего ее эксперимента.

После начала Первой Отечественной войны 11 июня 1812 года (переправа войск Наполеона через Неман) студенты начали записываться в "Московскую военную силу" (ополчение). Медики университета участвовали в Бородинском сражении. По распоряжению Московского главнокомандующего 23 августа был сформирован обоз из 67 подвод для отправки коллекций, книг, казны и имущества профессоров в Нижний Новгород. Однако благодаря неорганизованности профессору Страхову для эвакуации всего ценного имущества физического факультета и его библиотеки была предоставлена лишь одна подвода, на которой он и сам был вынужден разместиться!

2 сентября войска Наполеона вступили в Москву, и начались массовые пожары. 4–6 сентября произошел пожар Московского университета. Сгорели почти все его здания, кабинеты и лаборатории, музейные помещения, архив, библиотека из 20 тыс. томов. 11 октября Наполеон отступил из Москвы. Однако лишь в августе 1813 года после реэвакуации из Нижнего Новгорода возобновились занятия в наемном доме купца Заикина.

С помощью других университетов и частных пожертвований с большим трудом проходило восстановление имущества и библиотеки университета.

После П.И. Страхова физику преподавал профессор И.А. Двигубский, доктор медицины, специалист не только по физике, но и по биологии и ботанике (1813–1827 гг.). Его основной заслугой следует считать организацию и восстановление после пожара 1812 года физического кабинета.

Его сменил, как лектора по физике, М.Г. Павлов, доктор медицины, профессор физики, минералогии и сельского хозяйства (причем главной его специальностью было последнее!). К сожалению, по мнению Н.А. Капцова, его попытка дать всей физике новое направление была неудачной, так как основывалась на синтезе материалистической трактовки с идеалистической интерпретацией физических понятий (в частности "сил природы"). Интересно, что и сейчас, в конце XX–начале XXI века, среди крупных ученых по естественным наукам проходят научные диспуты о соотношении



материалистических и идеалистических интерпретаций современных достижений!

С 1839 по 1859 г. кафедрой физики возглавлял М.Ф. Спасский, известный работами по метеорологии, оптике и земному магнетизму. Он неоднократно подчеркивал необходимость сопровождать физические рассуждения соответствующими опытами и демонстрациями. В новом здании университета (Моховая ул., 9) он установил маятник Фуко с демонстрацией его "для посторонней публики" с 12 до 2 часов дня. М.Ф. Спасский активно выступал против массового увлечения "столодвижением" (спиритизмом).

В 1859 году руководителем кафедры физики университета стал профессор Н.А. Любимов. Эту должность он занимал до 1882 года. Чтение лекций он любил сопровождать многочисленными эффектными опытами, значительно пополнив физический кабинет, помог А.Г. Столетову в создании физической лаборатории для практических занятий и научных исследований, привлек к работе в физическом кабинете талантливого механика-демонстратора И.Ф. Усагина*). Вместе с тем он поддерживал введение реакционного устава университета, в котором ограничивались либеральные порядки, издал "верноподданническую" книжку "В ожидании коронации. Венчание русских самодержцев" (1883 г.). Противоречивость натуры Н.А. Любимова была причиной различных оценок его деятельности, которые дали его современники, известные впоследствии физики А.Г. Столетов и Н.А. Умов.

В 1883 году в Московском университете на кафедре физики было три профессора: А.Г. Столетов, Н.А. Умов и А.П. Соколов. Они попеременно читали лекции по физике для математиков, медиков, физиков, географов.

С приходом А.Г. Столетова и Н.А. Умова значительно возрос объем и уровень научных исследований. В 1891 г. Столетов привлек к работе в физической лаборатории П.Н. Лебедева, который в 1901 году был утвержден экстраординарным профессором и стал читать лекции. В 1903 году вступил в строй в новом здании физи-

*) Сын И.Ф. Усагина, Сергей Иванович Усагин, продолжил семейную традицию и многие годы работал в физическом кабинете факультета. Его исключительные способности по постановке демонстрационных опытов высоко ценились профессорами, читавшими лекции по физике.



ко-математического факультета (Моховая 9,11) организованный профессором А.П. Соколовым физический практикум. А.П. Соколов с 1895 читал курс лекций по опытной физике. Его фундаментальная книга "Физический практикум" неоднократно переиздавалась (1909, 1926, 1937, 1938 гг.) и использовалась студентами в качестве пособия вплоть до Великой Отечественной войны (1941-1945 гг.) и в первые послевоенные годы.

Последние десятилетия XIX века и начало XX века характеризуются значительной активизацией научной работы в университете. Это прежде всего связано с активной деятельностью А.Г. Столетова, Н.А. Умова, П.Н. Лебедева, А.П. Соколова. Эти ученые своей энергией, энтузиазмом, новыми идеями сумели привлечь к участию в научных исследованиях многих молодых людей. А.Г. Столетов установил и экспериментально обосновал основные законы фотоэффекта (или, как тогда называли, "актино-электрического эффекта"). Изучая прохождение тока в несамостоятельном газовом разряде, он обнаружил, что максимальное значение тока определяется значением отношения напряженности поля к давлению газа (E/p). Эта величина позднее была названа "константой Столетова". Спустя полвека Николай Александрович Капцов со своими учениками С.К. Моралевым, И.И. Готовым, А.А. Зайцевым и другими продолжил направление работ Столетова применительно к смесям газов, что необходимо для управления зажиганием разряда в газоразрядных приборах.

Несмотря на очень стесненные условия для научной работы, связанные с нехваткой помещения и оборудования, общение студентов с талантливыми и энергичными учеными играло очень большую роль в воспитании молодого человека, возбуждало интерес к научной работе. Одним из этих молодых людей был Николай Александрович Капцов.

Выше было сказано, как Николай Александрович успешно развил одну из идей своего учителя П.Н. Лебедева по исследованию прохождения и рассеивания электромагнитной волны системой металлических частиц.

В статьях он анализирует судьбу школы П.Н. Лебедева, его учеников. Многие из них (А.К. Тимирязев, Н.А. Капцов, П.П. Лазарев, А.Б. Млодзиевский, В.К. Аркадьев, К.П. Яковлев) развили идеи П.Н. Лебедева, стали профессорами Московского университета. Все они характеризовали П.Н. Лебедева как "генератора" новых идей в физике. Об этом же говорит в шуточной форме немецкий физик



Кундт, в лаборатории которого занимался Лебедев, еще будучи молодым человеком:

Имеет Лебедев идей
Наверно 20 штук на день.
Для институтского начальства
Еще большое было счастье,
Что половину он терял
Пока еще не испытал.

Можно уверенно сказать, что Николай Александрович, следуя примеру своего учителя, сумел создать свою собственную научную школу, привить своим последователям интерес к исследованиям в области газовой электроники, физики плазмы газовых разрядов, процессам эмиссии электронов, движения электронов в быстропеременных полях. При этом он старался всегда связать интересные физические явления с их возможными конкретными применениями в науке и технике. Его питомцы с успехом работали и работают в заводских лабораториях, ВУЗах, в прикладных НИИ, институтах Академии Наук.

Мы ограничились кратким рассмотрением работ Н.А Капцова, связанных с историей Московского университета как одного из ведущих высших учебных заведений России. Во-первых, потому, что Николай Александрович был сам питомцем университета и, во-вторых, потому, что он в более зрелые годы тесно связал учебно-педагогическую и научную деятельность с МГУ, много сделал для развития кафедры электроники, стал автором фундаментальных учебных пособий и монографий.

Вместе с тем и другие многочисленные работы, посвященные выдающимся физикам России, его статьи в физических журналах (Успехи Физических наук, Физика в школе и др.) сыграли большую роль в популяризации достижений русской науки и техники, ознакомили широкие круги людей, интересующихся физикой, не являющихся специалистами в этой науке.

Одного из авторов этой книги Николай Александрович привлек к работе по написанию главы книги "Радиофизическая электроника", посвященной высокочастотным электрическим разрядам. Обычно мы обсуждали подготавливаемые материалы в кабинете Николая Александровича в его квартире на улице Чкалова (ныне Земляной Вал). В большом, занимавшем целый квартал, доме жили многие известные в стране люди: летчики В.П. Чкалов, Г.Ф. Байдуков



и А.В. Беляков, композитор С.С. Прокофьев, художник К.Ф. Юон, поэт С.Я. Маршак, детский врач Г.Н. Сперанский и др. С.Я. Маршак иронизировал по поводу названия улицы:

В этом доме с давних пор
Чкалов жил Валерий.
Выходил он к нам во двор
Вот из этой двери.
Долго будет эта дверь
Гордостью квартала.
Наша улица теперь
Чкаловскою стала.

Кабинет Николая Александровича представлял небольшую комнату, в которой параллельно друг другу размещались диван, большой письменный стол и шкафы с книгами. На столе среди книг и бумаг стояла настольная люминесцентная лампа, которую Николай Александрович получил от Электролампового завода, как один из образцов новой в то время светотехники. Семья Николая Александровича (особенно его супруга Фрида Аполлинариевна) очень любили домашних животных. В квартире жили две-три собаки, несколько кошек с котятами. Поэтому нередко перед началом работы приходилось освобождать от них территорию кабинета.

Николай Александрович предъявлял весьма высокие требования как к содержанию, так и к стилю изложения. Требовал отразить наиболее полно многочисленные работы, проведенные в нашей стране и за границей, с подробным списком библиографии. Такие встречи, во время которых Николай Александрович делился своим огромным опытом автора и редактора научной литературы, были очень полезны для молодого физика.



СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ ИЗДАНИЙ

Монографии, учебные пособия

1. Электрические разряды в газах. Курс лекций (литография). МГУ, 1931.
2. Физические явления в вакууме и разряженных газах. Кн. Гостехиздат. 1-е издание (1933), 368 с., 2-е издание (1937), 440 с.
3. Дополнительные главы к курсу "Электрические явления в газах" — Фотоэффект, Вторичная эмиссия. Литография. МГУ, 1939, 106 с.
4. Павел Николаевич Яблочков. Гостехиздат. 1944. 64 с.
5. Электрические явления в газах и вакууме. Гостехиздат. 1-е издание (1947), 808 с., 2-е издание (1950), 836 с.
6. Коронный разряд и его применение в электрофильтрах. Кн. Гостехиздат, 1947, 226 с.
7. Петр Николаевич Лебедев. Изд. МГУ. 1950, 37 с.
8. Электроника. Гостехиздат. 1-е издание (1953), 468 с, 2-е издание (1956), 459 с. Книга переведена на немецкий, китайский и румынский языки.
9. Радиофизическая электроника. Кн. Изд. МГУ, 1960 (Гл. I, II, III, VI, VII, VIII).
10. П.Н. Яблочков (серия "Люди русской науки") Гостехиздат. 1957, 96 с.

Научные статьи

11. Давление волн, распространяющихся по поверхности жидкости. (Журнал Росс. Физ-Хим. Общества, часть физич. том 37, 1905 год, с. 187-202; Annalen d. Phys. Bd. 17, 1905, 64-77).
12. Дифракция волн Герца в пространственной решетке. (Annalen d. Phys. Bd. 69, 1922, 112-124).
13. О колебаниях короткой волны, генерируемых триодом, содержащим пары ртути. (Труды ВЭЭИ, вып. 11, 1925, 19-27; Труды ВЭЭИ, вып. 16, 1926, 15-36; Zeitsch. F. Phys. 35, 1925, 129-154)
14. О различных типах колебаний, генерируемых триодом в схеме Баркгаузена и Курца. (Вестник теор. и эксп. Электротехники, №5, 1928, 176-184; Z. F. Phys. 45, 1927, 114-134) — совм. со студ.



С.Д. Гвоздовером.

15. Движение электронов в электронной трубке (в триоде), генерирующей колебания в схеме Баркгаузена и Курца. (*Z. F. Phys.* 49, 1928, 395-427)

16. Нарастание пространственных зарядов при пробое газового промежутка. (*Журнал Тех. физ.* 2, 1932, 200-217; *Z. F. Phys.* 75, 1932, 380-390)

17. Переход разряда с накалимым катодом к обычному тлеющему разряду. (*Жур. Тех. физ.* 3, 1933, 1004-1017) — совм. с А.В. Афанасьевой.

18. Закон нарастания электронной лавины и подсчет тока несамостоятельного разряда в газе. (*ЖЭТФ*, 4, 1934, 465-488; *Phys. Zs. Der Sowietunion*, 6, 1934, 82-120).

19. Современные теории газового разряда. (*Труды Всес. Электротехнической Ассоциации*, 5, 1935, 5-15).

20. Коронный разряд в свете современных теорий разряда. (*ЖЭТФ*, 6, 1936, 1135-1154; *Phys. Zs. d Sowietunion*, 11, 1936, 95-117).

21. О переходе коронного разряда в другие виды разряда. (*Известия АН СССР, ОМЕН*, 1938, 441-452).

22. Начальная напряженность поля отрицательной короны постоянного тока для случая цилиндрический провод — параллельная ему плоскость. (*ЖТФ*, 9, 1939, 1364-1368) — совм. с И. Меер и Ю. Мороховским.

23. Изменение подвижности отрицательных ионов в сильных электрических полях и роль этого явления в коронном разряде. (*Известия АН СССР, сер. Физ.* 8, №5, 1944, 280-285).

24. К вопросу о зарядке распыленных в газе посторонних частиц в области униполярного тока коронного разряда. (*Ученые Записки МГУ, вып. 75, Физика, кн. 2-я*, 1945, 81-98).

25. Зависимость силы тока коронного разряда от разницы потенциалов между электродами в случае тонкого цилиндрического провода, расположенного на оси камеры постоянного квадратичного сечения. (*Вестник Моск. Ун-та, №2*, 1946, 47-55).

26. Изучение влияния слоя плохо проводящего вещества на осадительном электроде на процессы в электрофильтре (*ЖТФ*, 1947, 1371-1380) — совм. с С.К. Моралевым, И.И. Готовым, А.А. Власовой.

27. Физика электрических разрядов в газах и высоком вакууме. (*Электричество*, 1949, №1, 17-32).

28. Лампы сверхвысокого давления (УФН, XLIII, в4, 1951, 620-662) — совм. с Д.А. Гаухбергом.



29. Зажигание электрического разряда в газах на переменном токе звуковой частоты в трубках с внешними и внутренними электродами. (ЖЭТФ, 27, в. 1(7). 1954, 97-102) — совм. с Н.А. Поповым.

30. Исследование некоторых спектральных линий криптона оптическим методом. (Вестник МГУ, №3, 1955, 27-36) — совм. с А.М. Девятовым.

31. Исследование разности между напряжением зажигания и потухания тлеющего разряда при различных условиях. (Вестник МГУ, №2, 1956, 29-35) — совм. с М.Я. Васильевой.

32. Исследование разряда в граничной области частот между высокочастотным разрядом и разрядом на переменном токе низкой звуковой частоты при малом давлении газа. (ЖЭТФ, 30, 1956, 68-75) — совм. с Н.А. Поповым.

33. Исследование высокочастотного разряда в диапазоне от 1,5 до 15 МГц (Известия ВУЗов (Физика), №6, 1960, 64-70) — совм. с А.А. Кузовниковым.

34. Высокочастотные и сверхвысокочастотные разряды в газах (обзорный доклад). (Всесоюзн. конф. по газовой электронике, окт. 1958, аннотации докл. 5-7).

Статьи по истории физики

35. Физика в Московском университете со дня его основания до Столетова. (Ученые записки МГУ, Юбил. серия, т. 52, в. 3, 1940, с. 25-49).

36. Научные работы Столетова А.Г. (Ученые записки МГУ, Юбил. серия, т. 52, в. 3, 1940, с. 71-80).

37. От времени Столетова до 1911 г. (Ученые записки МГУ, Юбил. серия, т. 52, в. 3, 1940, с. 51-56).

38. Александр Александрович Эйхенвальд. (Ученые записки МГУ, Юбил. серия, т. 52, в. 3, 1940, с. 166-171).

39. Школа Петра Николаевича Лебедева (Ученые записки МГУ, Юбил. серия, т. 52, в. 3, 1940, с. 151-165).

40. Джозеф Джон Томсон. (Журн. Советская наука, №10, 1940, с. 88-108).

41. Эмилий Христианович Ленц (сб. "Люди русской науки", ОГИЗ, т. 1, 1-е изд. (1948), 2-е изд. (1961), с. 894-898).

42. А.С. Попов в кн. "Очерки по истории физики в России" (Изд. Мин. нар. просв., 1949, гл. V, 2-й разд. с. 163-170).

43. Электрофизика и электротехника в России до 2-й половины XIX столетия в кн. "Очерки по истории физики в России" (Изд.



Мин. нар. просв., 1949, гл II, 2-й разд. с. 222-247).

44. Электрофизика и электротехника в России во 2-й половине XIX столетия в кн. "Очерки по истории физики в России" (Изд. Мин. нар. просв., 1949, гл III, 3-й разд. с. 247-280).

45. Теоретическая и экспериментальная электрофизика во 2-й половине XIX столетия в кн. "Очерки по истории физики в России" (Изд. Мин. нар. просв., 1949, гл IV, 3-й разд. с. 280-296).

46. Русские электрики. (Ученые Записки МГУ, вып. 92, т. 1, кн. 2-я, 1946, с. 24-37).

47. Русские электрики XIX века. (УФН, т. 35, 1948, с. 329-351).

48. Воспоминания о П.Н. Лебедеве. (УФН, т. 46, в.3, 1952, с. 325-328).

49. К 150-летию со дня выхода в свет книги В.В. Петрова (УФН, т. 50, в. 2, 1953, с. 303-307).

50. Иван Филиппович Усагин. (Журн. "Физика в школе", 1955, 90-91).

51. П.Н. Лебедев и его школа. (Труды института Истории, естествознания и техники, т. 28, 1959, с. 106-110).

Обзорные и популярные статьи и брошюры

52. Физические явления в новых источниках света. (Журнал "Светотехника", №4, 1934, 5-10).

53. Физика ионных и электронных процессов и техника. (УФН, 22, 1939, 217-221).

54. Павел Николаевич Яблочков. (УФН, 27, 1945, 118-131).

55. Как и кем было изобретено радио. (Журн. "Спутник Агитатора", №3/4, 1945, изд-во "Правда").

56. Роль П.Н. Лебедева в создании научно-исследовательских кадров (доклад на заседании ФИАН, посвященном 50-летию со дня смерти П.Н. Лебедева). (УФН, 77 №4, 1962, 583-588).

57. Изобретатель радио А.С. Попов. (Блокнот агитатора Военно-Морского Флота СССР, 1945, №10-11, 40-49).

58. Павел Николаевич Яблочков — краса и гордость русской электротехники. (Стенограмма публ. лекций, изд. "Правда", 1947, 1-23).

59. Яблочков — слава и гордость русской электротехники. (Воениздат, МВС, М., 1948, 50 с.).

60. Физика электрических разрядов в газах за 30 лет в СССР. (УФН, 35, 1948, 329-351).

61. Электрические разряды в газах и их применение в технике.



(Стеногр. публ. лекции, Всес. общ-во по распр. полит. и научн. знаний, М., 1949).

62. Техника высокого вакуума. (Журн. "Природа", №4, 1954, 33-44).

63. Электрические разряды в газах. (Журн. "Наука и техника", №5, 1955, 9-11).

64. Газовая электроника — актуальная область физики. (Вестник АН СССР, №8, 1959, 12-17).

65. Electronics gaselor un dominia dominant of firices Annalece Romino-Sovietice. (Румыно-советские заметки, физ.-мат. серия, VI-IX, 1960, 114-120).

66. Статьи в Большой Советской Энциклопедии и в Физическом словаре ("зонд", "ионизация толчком", "искровой разряд", "катод", "катодные лучи", "электрические разряды в газах" и другие).

Рецензии и отзывы на книги

67. Рецензия на книгу R Barkhausen "Lehrbuch der Electronen-Rohren und ihrer technischen Anwendungen". (Иностранная книга, №2, 1931, 36-37).

68. Отзыв о книге Энгель А, Штеенбек М. "Электрический разряд в газах", т. II "Виды разрядов. Технические применения". (УФН, XV, №4, 1935, 543-545).

69. Отзыв о книге Серл Г. "Экспериментальная физика". (Иностранная книга, №2, 1935, 24 с.; УФН, XV, 1935, 321-322).

70. Отзыв о книге Кноль М., Оллендорф Ф. и Ромпе Р. "Таблицы по газовому разряду. Таблицы, формулы и кривые в применении к физике и технике электронов и ионов". (Иностранная книга, №3, 1935, 27-28; УФН, XV, 1935, 318-319).

71. Отзыв о книге J.H. de Boer "Electronenemission und Absorption phenomena". London, 1935. (УФН, XV, №7, 1935, 934-935).

72. Отзыв о книге И.С. Стекольниковой. "Электронная осциллография кратковременных процессов". (Известия АН СССР. Отд. техн. наук, №8, 1953, 1201-1205).

73. Рецензия на книгу "Handbuch der Physik, Flugge" v. 22 "Gasentladungen II". (Новые книги за рубежом, 1957, №11, 47-53).

74. Рецензия на книгу Llewellyn Jones F. "Ionisation and Breakdown in gases". (Новые книги за рубежом, 1959, №1, 56-60).

75. Рецензия на книгу Ollendorf F. "Elektronik freier Raumladungen". (Новые книги за рубежом, 1959, №6, 64-67).

76. Рецензия на книгу Klemperer O. "Electron Physics (Physics of the free electron)". (Новые книги за рубежом, серия А, 1960, №7).



ЛИТЕРАТУРА О Н.А. КАПЦОВЕ*)

1. Биографический словарь деятелей естествознания и техники. М.: Изд. БСЭ, 1958 г., т. I, с. 395.
2. Большая Советская Энциклопедия, 2-е изд., т. 20, с. 91.
3. *Хромов Ю.А.* Библиографический справочник. Физики. М.: Наука, 1983 г., с. 187.
4. *Соколов А.* 25 лет работы проф. Н.А. Капцова в МГУ /Вестник Моск. ун-та, 1948 г., № 4, с. 158.
5. *Фурсов В.С.* А.А. Предводителей и др. — 80-летие профессора Н.А. Капцова /Вестн. Моск. ун-та, сер. Физика и Астрономия, 1963 г. № 1, с. 94-96.
6. История и методология естественных наук, вып. VII. Астрономия и радиофизика. Изд. МГУ, 1968 г., с. 165, 266 и др.
7. *Мерзлякова Е.И.* Архивный фонд Н.А. Капцова /История и методология естественных наук, вып. XIX, 1978 г. изд. МГУ, с. 236–237.
8. Развитие физики в СССР. Кн. I. *Комельков В.С., Спивак Г.В.* Разд. Физика газового разряда. М.: Наука, 1967, с. 153.
9. Вестник МГУ. Сер. 3. 1966, № 2, с. 122.
10. Радиотехника и электроника. Т. 11, 1966, № 5, с. 966.
11. *Семенов А.* Топор над головой /Неделя, 1990, № 36, с.12.
12. *Солнцев Г.С., Швилкин Б.* Физик широкого профиля /Московский университет, 28 февраля 1983 г., с. 3.

*) Авторы благодарят А.П. Крылову за большую помощь в подборе литературы и фотоматериалов, использованных в этой книге.



ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 1883 г. 22 января (ст. ст.) Николай Александрович Капцов родился в г. Москве в семье владельцев торгово-промышленного предприятия.
- 1893-1900 Обучение во 2-й Московской мужской гимназии.
- 1900-1904 Студент математического отделения физико-математического факультета Московского университета.
- 1903 Работа в лаборатории под руководством профессора П.Н. Лебедева.
- 1905 Первая научная статья "О давлении волн, распространяющихся на поверхности жидкости".
- 1907-1914 Участие в торгово-промышленном предприятии семьи Капцовых.
- 1914-1917 Служба в армии в телеграфной роте в составе 5-й армии Северо-Западного фронта.
- 1918 Внештатный сотрудник Физического института Московского университета.
- 1919-1921 Преподаватель военной телеграфии и телефонии на Советских Военно-Технических Курсах РККА.
- 1920-1928 Научный сотрудник Всесоюзного Электротехнического института (ВЭИ).
- 1922 Экспериментальная работа "Дифракция волн Герца в пространственной решетке", на основании которой позднее были сконструированы металл-диэлектрические антенные устройства.
- 1923-1927 Ассистент физико-математического факультета Московского университета.
- 1925-1929 Цикл работ по исследованию механизма генерации электромагнитных колебаний в триоде.
- 1927-1931 Доцент физико-математического факультета МГУ.
- 1928-1933 Заведующий физической лабораторией, технорук цеха приборов газового разряда Московского Электролампового завода (МЭЛЗ).
- 1931-1966 Профессор, заведующий кафедрой электроники МГУ.
- 1931 "Электрические разряды в газах". Курс лекций. Литография, МГУ.



- 1931 На отделении физики МГУ организована кафедра «Электрические явления в газах» под руководством Н.А. Капцова.
- 1933 Кн. "Физические явления в вакууме и разреженных газах". Гостехиздат. 1-е издание, 1937 — 2-е издание.
- 1935 Присвоение Н.А. Капцову степени доктора физико-математических наук (по совокупности научных работ).
- 1939 Дополнительные главы к курсу "Электрические явления в газах". Фотоэффект, вторичная эмиссия. Литография. МГУ
- 1940 Награжден орденом "Знак почета".
- 1941-1942 Вместе с МГУ находился в эвакуации в г. Ашхабаде и г. Свердловске. Организовал цех по регенерации осветительных электроламп.
- 1944 Кн. "Павел Николаевич Яблочков". Гостехиздат.
- 1947 Кн. "Электрические разряды в газах и вакууме". Гостехиздат. 1-е издание. 1950 — 2-е издание.
- 1947 Кн. "Коронный разряд и его применение в электрофильтрах". Гостехиздат.
- 1946-1952 Профессор, заведующий кафедрой Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева.
- 1946 Награжден медалью "За доблестный труд в Великой Отечественной войне".
- 1948 Награжден медалью "В память 800-летия Москвы".
- 1948-1953 Председатель комиссии по оборудованию на физическом факультете, председатель комиссии по экранированию помещений МГУ — в связи со строительством Нового здания университета на Ленинских горах.
- 1950 Кн. "Петр Николаевич Лебедев". Издательство МГУ.
- 1953 Награжден орденом Ленина.
- 1953 Кн. "Электроника". Гостехиздат. 1-е издание. 1956 — 2-е издание. Книга переведена на немецкий, китайский, румынский языки.
- 1957 Кн. "П.Н. Яблочков". (серия "Люди русской науки"). Гостехиздат.
- 1960 Кн. "Радиофизическая электроника" (I, II, III, IV, VII, VIII главы) Изд. МГУ.
- 1964 Присвоение почетного звания "Заслуженный деятель науки и техники РСФСР".
- 1966 Николай Александрович скончался в возрасте 83 лет.
10 февраля Похоронен на Введенском кладбище г. Москвы.



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
СЕМЬЯ. ПРОИСХОЖДЕНИЕ РОДА КАПЦОВЫХ	8
МЕЦЕНАТСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РОДИТЕЛЕЙ.....	11
ДЕТСКИЕ ГОДЫ. ГИМНАЗИЯ	15
УНИВЕРСИТЕТ. РОЛЬ П.Н. ЛЕБЕДЕВА. ВОЕННАЯ СЛУЖБА	22
ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ Н.А. КАПЦОВА. РАЗВИТИЕ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ, ПРОБЛЕМЫ РАДИОФИЗИКИ	25
ПРОФЕССОР Н.А. КАПЦОВ И КОЛЛЕКТИВ КАФЕДРЫ ЭЛЕКТРОНИКИ	33
ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ В ГАЗАХ И ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ	44
КАФЕДРА ЭЛЕКТРОНИКИ В ГОДЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ. ПЕРЕЕЗД В НОВОЕ ЗДАНИЕ МГУ НА ЛЕНИНСКИХ ГОРАХ	53
ПРАКТИКУМ КАФЕДРЫ. РОЛЬ Н.А. КАПЦОВА.	66
РАБОТЫ Н.А. КАПЦОВА ПО ИСТОРИИ ФИЗИКИ.	71
СПИСОК НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ РАБОТ Н.А. КАПЦОВА	78
ЛИТЕРАТУРА О Н.А. КАПЦОВЕ	83
ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	86



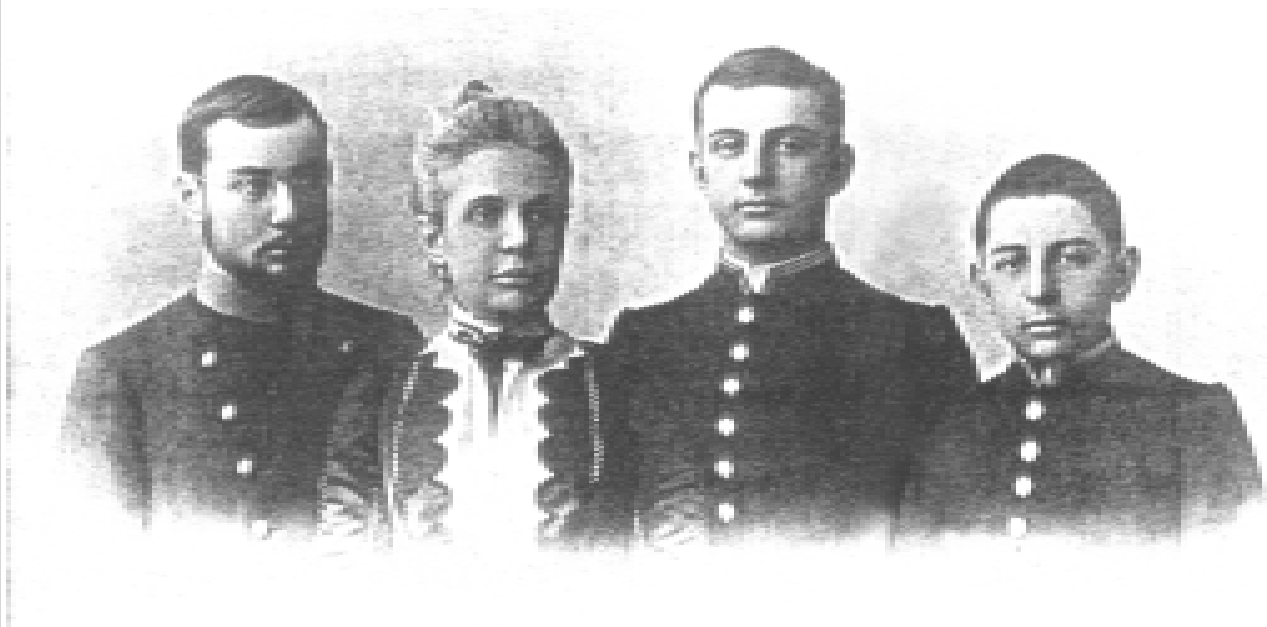


Рис. 1. Анна Михайловна Капцова со своими сыновьями:
Николай (студент), Сергей и Михаил (гимназисты), 1902 г.



Рис. 2. Здание городского начального училища, построенное на средства семьи Капцовых (Леонтьевский переулок)



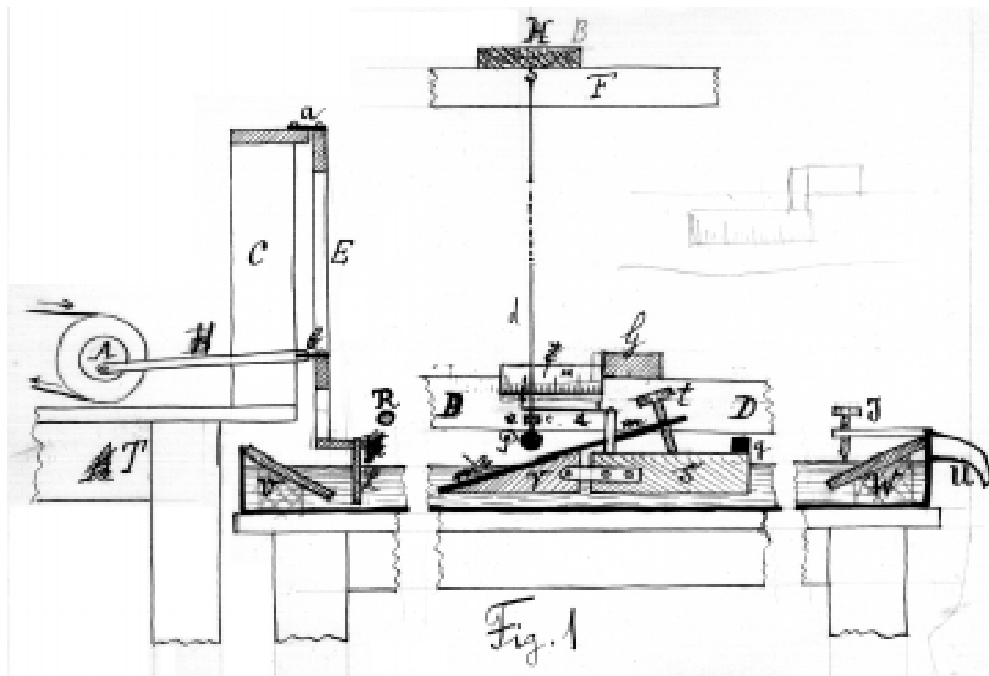


Рис. 3. Схема установки Н.А. Капцова для изучения давления волн на поверхности жидкости в лаборатории П.Н. Лебедева (1904 г.)

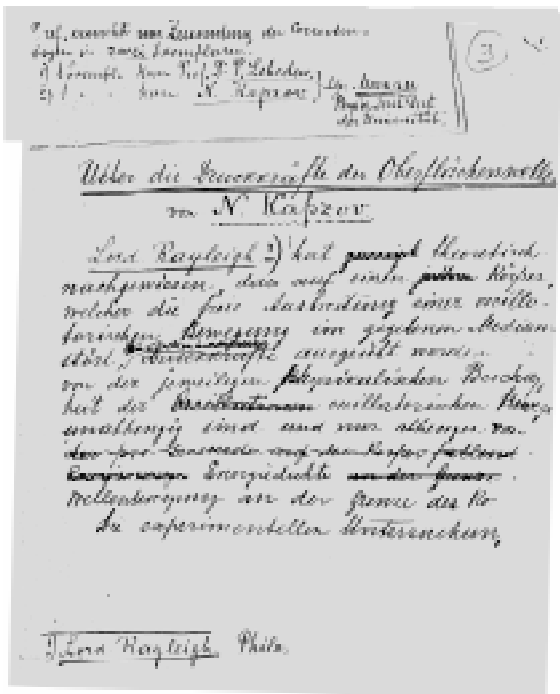


Рис. 4. Рукопись научной статьи Н.А. Капцова (1905 г.)

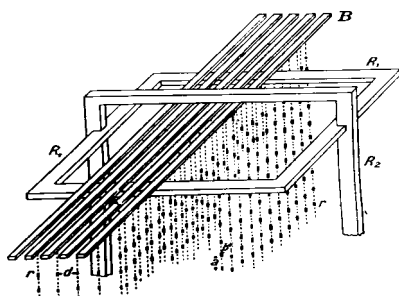


Рис. 5. Модель пространственной решетки из медных стерженьков для изучения дифракции коротких электромагнитных волн на «искусственном кристалле» (1922 г.)





Рис. 6. Н.А. Капцов на приеме профессора Ч. Рамана (второй справа). 1922 г.



Рис. 7. В лаборатории Московского электростроительного завода (1933 г.)

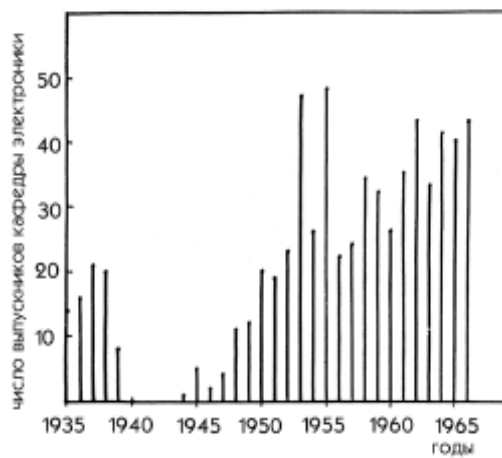


Рис. 8. Число выпускников кафедры электроники в 1935–1966 гг.





Рис. 9. В практикуме кафедры электронных и ионных процессов в здании на Моховой улице. Преподаватель М.Я. Васильева показывает задачу “Электролитическая ванна” сыну Николая Александровича Вольфраму (в то время – школьнику)



Рис. 10. Профессор Н.А. Капцов читает лекцию





Рис. 11. На заседании Ученого Совета в Большой Физической аудитории: Н.А. Капцов, А.А. Померанцев, К.Ф. Теодорчик, В.В. Мигулин, С.Н. Ржевкин, Г.В. Спивак, Н.С. Акулов (1949 г.)



Рис. 12. На строительстве нового здания МГУ. Слева направо: П.А. Петров, Н.А. Капцов, А.С. Предводителев, Б.В. Ильин



Рис.13. Преподаватели, сотрудники и аспиранты кафедры электроники в новом здании факультета (1955 г.). В первом ряду:
 Х.А. Джерпетов,
 Г.В. Спивак,
 Н.А. Капцов,
 Г.А. Леонов,
 Э.М. Рейхрудель,
 М.Я. Васильева,
 А.А. Зайцев,
 Г.С. Солнцев





Рис. 14. Труды профессора Н.А. Капцова



Научно-популярное издание

КАПЦОВ Леонид Николаевич
СОЛНЦЕВ Георгий Сергеевич

НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ КАПЦОВ

Серия «Выдающиеся ученые физического факультета МГУ»
Выпуск IV

Лицензия ЛР № 021293 от 18.06.98.
Подписано в печать 01.09.2001. Объем 5 п.л.
тираж 200 экз. Заказ №

Физический факультет МГУ
Москва, 119899, Воробьевы горы, МГУ им. М.В. Ломоносова

Отпечатано в отделе оперативной печати физического факультета МГУ

