

История кафедры физики СПбГЭТУ «ЛЭТИ» – от изобретений А.С. Попова до современных радиофизических методов исследований

Ю. В. Богачев

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

yu.bogachev@mail.ru

М. Н. Шишкина

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

marinash06@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются исторические аспекты и взаимосвязь между изобретениями А.С. Попова и развитием радиофизических методов исследований на кафедре физики СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Освещаются вопросы научно-исследовательской деятельности преподавателей и сотрудников кафедры в этом направлении. Рассматриваются разработки и достижения научных групп, лаборатории технической физики (позднее научно-исследовательской лаборатории ЭПР) кафедры физики.

Ключевые слова: радиофизика; А.С. Попов; магнитный резонанс; электронный парамагнитный резонанс (ЭПР); кафедра физики ЛЭТИ

I. ВВЕДЕНИЕ

Радиофизика, как раздел физики, охватывающий изучение и применение электромагнитных колебаний и волн радиодиапазона [1], сформировалась в 1930–1940-х гг. С развитием радиосвязи, появлением радиолокации и радионавигации происходило освоение новых диапазонов частот, разработка новых физических принципов генерации, распространения и приёма радиоволн. Методы радиофизики проникли в другие разделы физики: оптику, акустику, СВЧ-радиоэлектронику, полупроводниковую электронику, астрономию, биофизику, медицину и т. п.

В настоящее время сформировались следующие основные научные направления радиофизических исследований [2]:

- разработка физических основ генерации, усиления и преобразования колебаний и волн различной природы (электромагнитных, акустических, плазменных, механических), а также автоволн в неравновесных химических и биологических системах;
- поиски путей создания высокоэффективных источников когерентного излучения миллиметрового, субмиллиметрового и оптического диапазонов, техническое освоение новых диапазонов частот и мощностей;
- изучение линейных и нелинейных процессов излучения, распространения, дифракции, рассеяния, взаимодействия и трансформации волн в естественных и искусственных средах;
- разработка и исследование новых электродинамических систем и устройств формирования и передачи радиосигналов:

резонаторов, волноводов, фильтров и антенных систем в радио, оптическом и ИК диапазонах;

- разработка научных основ и принципов активной и пассивной дистанционной диагностики окружающей среды, а также методов дистанционного мониторинга гео-, гидросферы, ионосферы, магнитосферы и атмосферы. Радиоастрономические исследования ближнего и дальнего космического пространства.

Радиофизические методы исследований включают также методы магнитного резонанса – ядерного магнитного (ЯМР), электронного парамагнитного (ЭПР), ядерного квадрупольного (ЯКР) и комбинированных магнитных резонансов.

В истории радиофизики можно выделить три основных этапа: зарождение, становление и развитие теоретических и экспериментальных радиофизических методов, разработка аппаратуры [3]. Огромный вклад в развитие радиофизики на всех трех этапах внесли преподаватели и научные работники кафедры физики СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

II. ЗАРОЖДЕНИЕ, СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Зарождение радиофизики в России начиналось с изучения основных положений теории электромагнитного поля, выдвинутых Дж. Максвеллом, Дж. Пойнтингом, Н.А. Умовым, Х. Лоренцем и др., ознакомления с опытами М. Фарадея, Г. Герца, П.Н. Лебедева, Э. Томсона, открытиями П. Зеемана и В.К. Рентгена.

В Санкт-Петербурге наиболее значительный вклад в развитие физики электромагнитных явлений внесли ученики научной школы физиков Санкт-Петербургского университета, основателем которой был Эмилий Христианович Ленц, знаменитый своими экспериментами в области электричества и магнетизма [4]. Представителями его научной школы являются профессора Ф.Ф. Петрушевский, Р.Э. Ленц, П.П. Фан-дер-Флит, И.И. Боргман, О.Д. Хвольсон и др., впоследствии преподававшие в различных университетах России.

Профессор Орест Данилович Хвольсон (рис. 1), основатель физического кабинета Технического училища почтово-телеграфного ведомства (1886 г.),

преобразованного в 1891 году в Электротехнический институт (ЭТИ), а затем и первый заведующий кафедрой физики ЭТИ, указывал на важность изучения электромагнитных явлений, установления взаимосвязи между электрическими и световыми явлениями [5].



Рис. 1. Орест Данилович Хвольсон (1852–1934)

О.Д. Хвольсон преподавал в ЭТИ до 1894 года, читал общий курс физики и, отдельно, учение об электричестве, занимался теоретическими и экспериментальными исследованиями по электромагнетизму, фотометрии, актинометрии, изучению солнечного излучения [4].

Одним из лаборантов О.Д. Хвольсона был Александр Львович Гершун (1868–1915) – специалист в области прикладной оптики, один из основателей российской оптической промышленности, в 1914 году под его руководством в Петербурге был построен завод по производству оптико-механических приборов военного назначения (ныне АО «ЛОМО») [4].

В 1894 году, после ухода О.Д. Хвольсона, по рекомендации проф. Ф.Ф. Петрушевского на должность преподавателя физики в ЭТИ был приглашен его ученик Владимир Владимирович Скобельцын (рис. 2), ставший в 1899 году ординарным профессором кафедры физики ЭТИ, что соответствовало статусу заведующего кафедрой. В апреле 1896 года им была продемонстрирована система беспроводной телеграфии А.С. Попова в стенах института. В.В. Скобельцын был одним из членов-организаторов Русского Электрического общества, созданного при ЭТИ (1900 г.) [4].



Рис. 2. Владимир Владимирович Скобельцын (1863–1947)

В становлении и развитии радиофизических методов и аппаратуры, создании научной школы по радиофизике

на кафедре физики ЭТИ огромная роль принадлежит Александру Степановичу Попову (рис. 3), который был приглашен на должность ординарного профессора физики Электротехнического института императора Александра III в 1901 году.

В представленной в 1901 году А.С. Поповым Записке «Общее направление курса физики и ближайшие задачи научных работ в физической лаборатории Электротехнического института» были, по сути дела, сформулированы основные задачи и пути развития радиофизического образования на много лет вперед. «Главная задача курса физики – дать основы учения об электричестве в таком изложении, чтобы те глубокие взгляды на природу электрических явлений, которые создались благодаря работам М. Фарадея и Д.К. Максвелла, заняли первенствующее положение в науке и после знаменитых опытов Г. Герца не казались недоступными для обыкновенных смертных, а, напротив, явились руководящими началами в изучении электротехники...

...Эта новая область электрических явлений, давшая столь поразительные практические результаты в телеграфировании без проводов на тысячи километров, дает в тоже время столь много новых фактов, так быстро расширяет горизонт, что трудно даже представить пределы ее влияния на учение об электричестве. Посему изучение этого нового вида электрической энергии должно занять одно из главных мест в курсе физики. ...Явления электрических колебаний стоят в столь глубокой и непосредственной связи со световыми колебаниями, что и в изложении курса, и в исследованиях невозможно разделить их. Изучение взаимной связи между световыми и электрическими явлениями обогатило уже оба отдела физики и дало много замечательных открытий (открытие Рентгена, Зеемана и др.), представляющих обильный материал как для научной, так и для практической разработки...

...Наконец целый ряд открытых, но не объясненных еще явлений в этой области учения об электричестве дает обильный материал для более сложных работ на многие годы» [6].



Рис. 3. Александр Степанович Попов (1859–1906)

Среди научно-исследовательских работ, выполненных А.С. Поповым на кафедре физики ЭТИ, большинство имело радиофизическую направленность. К ним можно отнести работы по исследованиям возбуждений электрических колебаний разными способами, исследованиям затуханий электрических колебаний в вибрирующих системах при помощи

трубки Брауна, исследованиям влияния электромагнитных волн на разряды, происходящие в разряженных газах и в различных средах под влиянием лучистой энергии радия, исследованиям явлений магнитного и диэлектрического гистерезиса в переменном поле большой частоты, исследованиям влияния разряда в разряженных газах на скорость распространения света в них, исследованиям поглощения энергии электромагнитной волны резонирующей системой при различных видах волны и формах самой системы, изучению явления интерференции волн, возбуждаемых данным вибратором и волн, возбуждаемых в соседнем резонаторе [7], [8].

Среди учеников А.С. Попова, работавших лаборантами и ассистентами на кафедре физики ЭТИ и активно участвовавших в научно-исследовательских работах, были: С.И. Покровский (с 1901 по 1921 г.), Б.И. Зубарев (с 1901 по 1923 г.), Д.А. Рожанский (с 1904 по 1911 г.). Они в дальнейшем стали известными учеными, которые внесли неоценимый вклад в развитие радиофизики в России.

Так, С.И. Покровский первый период своей научной деятельности в ЭТИ посвятил вопросам волновой оптики в приложении к астрофизике.

Основные научные результаты Б.И. Зубарева в ЭТИ: – одновременно с немецким учёным в области рентгенотехники А. Венельтом им был сконструирован электролитический прерыватель; – исследуя поляризацию света при отражении от металлов, определил оптические константы для металлических кристаллов (1910-1911 г.); – первым в России (совместно с М.М. Глаголевым) получил рентгенограмму кристаллов по методу Макса фон Лауэ (1913 г.); – определил термоэлектродвижущую силу пары графит-уголь (1922 г.) [4].

Д.А. Рожанский в 1910 году разработал методы осциллографирования быстрых электрических процессов, создав, по существу, современный осциллограф, за что в 1911 году получил премию имени А.С. Попова. В 1922 году он создал методы расчета излучения антенн, измерения диэлектрической проницаемости на СВЧ. В 1920-1930-е годы выполнил исследования особенностей распространения коротких и ультракоротких радиоволн с учетом свойств ионосферы и других факторов [4].

После внезапной смерти А.С. Попова 13 января 1906 года на кафедру физики вновь был приглашен профессор В.В. Скобельцын, который заведовал ею с 1906 по 1920 годы. Практические занятия для студентов в это время проводили лаборанты и преподаватели М.М. Глаголев, Б.И. Зубарев и С.И. Покровский.

В 1921 году заведующим кафедрой физики становится профессор Митрофан Михайлович Глаголев (рис.4), который преподавал на кафедре физики ЭТИ с 1911 года по 1941 годы.



Рис. 4. Митрофан Михайлович Глаголев (1886–1943)

Его первые научные работы были посвящены физике рентгеновских лучей, исследованиям термоэлектронной эмиссии. В 1921 г. М.М. Глаголев создал в ЭТИ учебно-исследовательскую лабораторию электровакуумной техники, которая являлась первой в стране. Эту лабораторию в 1925 г. передали в ведение кафедры радиотехники института. В 1930 г. М.М. Глаголев возглавил начатую в институте подготовку инженеров по электровакуумной специальности. Он руководил кафедрой физики до 1941 года.

В 1924–1930 гг. практические занятия по курсу общей физики на кафедре вел Сергей Эдуардович Фриш, выпускник Петроградского государственного университета (1921 г.), в дальнейшем ставший выдающимся ученым в области оптической спектроскопии и оптики плазмы. Существенное влияние на развитие современной оптики оказали научные работы С.Э. Фриша 20-30-х годов XX века (исследования сложных эффектов Зеемана, Пашена–Бака, оптические измерения сверхтонкой структуры спектральных линий атомов и магнитных моментов атомных ядер).

В 1930 году ассистентом кафедры физики ЛЭТИ становится Александр Гаврилович Граммаков (рис. 5). После блокадного 1941–1942 года он был эвакуирован вместе с институтом в Ташкент, где работал доцентом кафедры физики в филиале ЛЭТИ, а с 1943 года избран заведующим кафедрой физики. Область его научных интересов: статическая электризация, радиоактивные методы, в частности эманационные методы, разведки полезных ископаемых. По результатам многолетних полевых работ разработал целый ряд практических методик радиоактивной разведки. Один из авторов научного открытия «Закономерности распределения концентрации гелия в земной коре» (1976 г.).



Рис. 5. Александр Гаврилович Граммаков (1902–1991)

В 1962 г. при участии А.Г. Граммакова под руководством доцента А.М. Белоногова происходит реорганизация существовавшей на кафедре физики радиотехнической лаборатории в лабораторию технической физики (позднее НИЛ ЭПР), где получают развитие современные методы квантовой радиофизики – методы магнитного резонанса. Помимо проведения исследований в этой области, в лаборатории осуществляется производство и внедрение аппаратуры электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в различных отраслях промышленности и научных организациях СССР. За разработку и применение малогабаритных спектрометров ЭПР (рис. 6) сотрудники лаборатории ЭПР ЛЭТИ А.М. Белоногов, В.З. Драпкин и А.С. Сердюк в 1985 г. были удостоены государственной Премии Совета Министров СССР, а молодые ученые – Ю.В. Богачев и В.А. Янчуров в 1987 г. – Премии Ленинского комсомола.



Рис. 6. Малогабаритный спектрометр ЭПР

В 1975 году кафедру физики ЛЭТИ возглавил Кир Александрович Барсуков (рис. 7), известный радиофизик, участвовавший в работах академиков И.Е. Тамма и И.М. Франка по изучению эффекта Вавилова–Черенкова, за что в 1958 году Черенков, Франк и Тамм получили Нобелевскую премию по физике. Областью научных интересов К.А. Барсукова являлась электродинамика релятивистски движущихся сред. Он разработал теорию переходного излучения «вперед», т. е. по направлению движения ультрарелятивистской частицы, в результате чего были созданы переходные счетчики, нашедшие широкое применение в физике частиц высоких энергий (1959 г.).



Рис. 7. Кир Александрович Барсуков (1929–2001)

При К.А. Барсукове на кафедре физики была окончательно сформирована научная школа по радиофизике, основы которой заложил А.С. Попов.

Научные работы в области квантовой радиофизики (магнитного резонанса) были развиты Б.Ф. Алексеевым и А.И. Мамыкиным (заведующим кафедрой физики с 1994 по 2009 гг.).

А.Д. Канарейкин (заведующий кафедрой физики с 2009 по 2017 гг.), ученик К.А. Барсукова, продолжил исследования в области физики высоких энергий, развития новых методов ускорения пучков заряженных частиц, решения фундаментальных задач генерации э/м излучения пучками заряженных частиц в различных типах сред, а также в области применения новых типов микроволновых материалов к задачам физики ускорителей и генерации СВЧ/ТГц излучения.

В настоящее время на кафедре физики СПбГЭТУ «ЛЭТИ» активно работает несколько групп по следующим научным направлениям, тесно связанным с радиофизикой:

- теория многоэлектронных атомов; расчеты атомных свойств для создания оптических стандартов частоты; поиск вариации фундаментальных постоянных по спектрам молекул в межзвездной среде (руководитель – проф., д.ф.-м.н. Козлов М.Г.);
- исследования в области физики сегнетоэлектриков в широком диапазоне частот и температур (руководитель – доц., к.ф.-м.н. Дедык А.И.);
- физика высоких энергий, исследование излучений, создаваемых релятивистскими пучками в волноводных структурах для задач ускорения заряженных частиц и генерации лазерного излучения на свободных электронах в ТГц диапазоне (руководитель – доц., к.ф.-м.н. Альтмарк А.М.);
- исследования методами магнитного резонанса (ЭПР, ЯМР) в области физики конденсированных сред, органической и неорганической химии, биофизики и биохимии, геофизики. Разработка и внедрение приборов электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в промышленности, медицине (руководитель – доц., к.ф.-м.н. Богачев Ю.В.).

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Становление и развитие радиофизики на кафедре физики СПбГЭТУ «ЛЭТИ» неразрывно связано с именами О.Д. Хвольсона, А.С. Попова, М.М. Глаголева и многих других преподавателей и научных работников. Важнейшим результатом их деятельности стало создание на кафедре научной школы по радиофизике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. М.: Советская энциклопедия, 1983. 928 с.
- [2] Паспорт научной специальности 1.3.4. «Радиофизика» (отрасль науки: физико-математические. URL: <https://etu.ru/assets/files/nauka/dissertacii/1-3-4-radiofizika-otrasl-nauki-fiziko-matematicheskie.pdf>)
- [3] История радиофизики – важнейшее направление в истории физики / В.В. Кудрявцев, В.А. Ильин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. 2012. № 2 (22). С. 170–184.

- [4] Шишкина М.Н., Богачев Ю.В. Развитие физического образования в Санкт-Петербургском Электротехническом Институте Императора Александра III. // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2021. № 4. С. 5-14.
- [5] Хвольсон О.Д. Опыты Герца и их значение // Электричество, 1890. № 1. С. 3-7.
- [6] Попов А.С. «Общее направление курса физики и ближайшие задачи научных работ в физической лаборатории Электротехнического института» (1901 г.) // Журнал Русского физико-химического общества, 1906 г., вып.1. С.29-30. Публикация текста, подготовленного А.С. Поповым.
- [7] Золотинкина Л.И., Партала М.А. Научно-исследовательская деятельность профессора физики Электротехнического института императора Александра III А.С. Попова в 1901 – 1905 гг. (К 160-летию со дня рождения А.С. Попова) // Proceedings of the 28-th International Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CnMiCo 2018), Sevastopol, Russian Federation, September 9-15, 2018. 12 p.
- [8] Зубарев Б.И. Несколько слов о деятельности Александра Степановича Попова в Электротехническом институте // Журнал Русского физико-химического общества. Вып.1. 1906 г. С.1–8.