

**INV.1. Scientific research, accomplished by A.S.  
Popov, a professor of physics,  
The Electrotechnical Institute of Emperor  
Alexander III, in 1901 – 1905  
(Devoted to the 160<sup>th</sup> anniversary of A.S. Popov)**

Zolotinkina L.I., Partala M.A.  
*Electrotechnical University «LETI»  
St. Petersburg, 197376, Russian Federation  
radioemc@yandex.ru*

***Abstract:** The paper contemplates the way the research interests of A.S. Popov took their shape and denotes the essence of his inventions, the electromagnetic emission in various frequency ranges was applied in. It also presents the subject of scientific research, carried out under supervision A.S. Popov during his years at the Electrotechnical Institute (1901 - 1905). It reveals the scope and the results of the work done by him for the benefits of the Naval Department.*

***Keywords:** A.S. Popov, electromagnetism, wireless telegraphy, wireless telephony, a coherer, the Electrotechnical Institute of Emperor Alexander III, the Torpedo Officers' School, the history of radio engineering.*

**INV.1. 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)**

Золотинкина Л.И., Партала М.А.  
*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)  
Санкт-Петербург, 197376. Российская Федерация  
radioemc@yandex.ru*

**Аннотация:** В докладе рассмотрены формирование области научных интересов А.С. Попова и сущность его изобретений с использованием электромагнитных излучений в различных частотных диапазонах, представлена тематика научно-исследовательских работ, выполненных под руководством А.С. Попова в годы его работы в ЭТИ (1901 – 1905). Раскрыты содержание и результаты его работ в интересах Морского ведомства

**Ключевые слова:** А.С. Попов, электромагнетизм, когерер, беспроводная телеграфия, беспроводная телефония, Электротехнический институт, Минный офицерский класс, история радиотехники.

## 1. Введение

16 марта 2019 г. Россия будет отмечать 160-летие со дня рождения учёного-физика, профессора, изобретателя системы беспроводного телеграфирования Александра Степановича Попова (1859 – 1905). Сын священника горняцкого посёлка на Урале, выпускник Пермской духовной семинарии (1877), учась в которой увлекся физикой.<sup>1</sup> Закончив Петербургский университет, он стал преподавателем в Минном офицерском классе Морского ведомства в Кронштадте (1883 – 1901). К 1901 году – моменту перехода из Минного офицерского класса (МОК) на должность профессора физики Электротехнического института императора Александра III (ЭТИ), А.С. Попов – уже известный на международном уровне учёный, ведущий эксперт Морского ведомства России в области электротехники, автор ряда выдающихся изобретений – первого в мире когерерного приемника системы беспроводного телеграфирования (апрель 1895 г.), грозоотметчика (июль 1895 г.), телефонного приёмника депеш – первого в мире детекторного приёмника, запатентованного во многих странах (июнь 1899 г.), научный консультант французской фирмы «Дюкрете», выпускавшей аппаратуру беспроводного телеграфирования по системе А.С. Попова для военно-морских флотов России и Франции (1898 – 1904).

В ЭТИ начался новый этап научно-исследовательской и педагогической деятельности А.С. Попова – осмысление результатов многочисленных натурных испытаний на кораблях флота, определение возможностей применения электромагнитных излучений в различных направлениях человеческой деятельности. Одновременно продолжалась его активная научная и организационная работа в Морском ведомстве по продвижению аппаратуры беспроводного телеграфирования на флоте [1].

---

<sup>1</sup> Даты до 14 февраля 1918 г. приведены по старому стилю.

## 2. Научно-практический «фундамент» А.С. Попова к 1901 году

По своему характеру А.С. Попов был физиком-экспериментатором. Страсть и способность к практической проверке теоретических положений, к постановке опытов проявилась ещё на студенческой скамье. Эта черта характера студента Попова была подмечена его преподавателями. Так, профессору Фан дер Флиту он ассистировал на лекциях по физике, будучи ещё студеном 4 курса. По результатам рассмотрения его кандидатской диссертации, посвященной динамоэлектрическим машинам постоянного тока, А.С. Попов был утвержден в ученой степени кандидата и по решению Совета университета оставлен при университете для подготовки к профессорскому званию. Его первая научная работа «Условия наивыгоднейшего действия динамоэлектрической машины» была опубликована уже в августе 1883 г. в журнале «Электричество».

Результаты научных исследований должны реализовываться на практике – таким было кредо заведующего кафедрой физики университета профессора Ф.Ф. Петрушевского. И в своей дальнейшей научно-практической деятельности Попов всегда ему следовал.

В 1883 г. Попов принял приглашение занять место преподавателя и заведующего физическим кабинетом в Минном офицерском классе в Кронштадте. В этом высшем военно-морском учебном заведении были прекрасно оборудованный физический кабинет, мастерские и хорошая научная библиотека, что позволяло проводить научно-исследовательские работы на уровне последних достижений науки и техники в мире.

Чтение лекций и проведение практических занятий с морскими офицерами, хорошо знакомыми с проблемами применения электричества на кораблях, требовали высокого уровня компетентности. Попов близко познакомился с проблематикой военно-морского флота: особенностями использования электротехнического оборудования на кораблях, вопросах организации военно-морской связи и др. [2].

Лекции А.С. Попова, как правило, сопровождались опытами и демонстрациями физических процессов, законов и взаимных зависимостей в физике и электротехнике, при этом особое внимание обращалось на прикладные аспекты демонстрируемых процессов и явлений. К 1890-м годам из выпускника Петербургского университета сформировался опытный педагог, квалифицированный ученый-физик и электротехник, умелый экспериментатор, руках которого были подвластны как тонкие физические приборы, так и мощное электросиловое оборудование.

### 3. Начало эпохи электромагнетизма

1887 – 1889 гг. – начало новой эпохи в физике. Теория Д.К. Максвелла, изложенная им в «Трактате об электричестве и магнетизме» (1873 г.), получила экспериментальное подтверждение в опытах Г. Герца [5, с.54]. О теории Максвелла Попов узнал ещё в студенческие годы от преподавателей университета в то время ещё приват-доцентов И.И. Боргмана и О.Д. Хвольсона.

В 1890-1895 гг. А.С. Попов неоднократно демонстрировал опыты Г. Герца и Н. Теслы на своих лекциях. Чувствительным элементом, позволившим сделать первые шаги в направлении практического применения электромагнитного излучения, стал радиокондуктор французского учёного Э. Бранли (трубочка с металлическими опилками, 1890 г.), обеспечивавший резкое уменьшение сопротивления после воздействия на него электромагнитного излучения. Английский учёный О. Лодж, назвал этот чувствительный элемент когерером. Именно это название и вошло в научный оборот. Для восстановления чувствительности когерера Лодж ввёл его механическое (однократное или периодическое) встряхивание.

А.С. Попов нашёл техническое решение, позволяющее перейти от простой индикации наличия электромагнитного излучения к возможности приема и правильного декодирования последовательности коротких и длинных сигналов (точек и тире – элементов телеграфного кода) – изобрел когерерный приемник.

25 апреля (7 мая) 1895 г. А.С. Попов провёл первую публичную демонстрацию своих приборов на заседании Русского физико-химического общества (РФХО), что было зафиксировано в протоколе заседания и опубликовано в «Журнале РФХО», имевшим международную рассылку [3]. Путём подключения самописца в исполнительную цепь, был создан грозоотметчик, положивший начало новому научному направлению – радиометеорологии.

В 1896 г. в «Журнале РФХО», была опубликована подробная статья А.С. Попова «Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний», переданная в редакцию журнала в декабре 1895 г. [4]. В 1896 г. в Кронштадте и Петербурге прошли публичные демонстрации усовершенствованной аппаратуры, в том числе с использованием рефлекторных антенн направленного действия [1, с. 46, 47].

С 1897 г. опыты по беспроводной связи проводились в Финском заливе. Была достигнута дальность связи до 3 миль (5 верст). [5, с.210 - 215]. При проведении опытов на Минном отряде в 1898 г. основное внимание

было уделено практическим вопросам: решению проблемы «загораживающего действия» металлических мачт и надстроек и проведению сравнительных испытаний различных типов разрядников. Выяснилось, что для увеличения дальности телеграфирования «главным образом необходимо иметь на той и иной станции изолированные проводники, по возможности, возвышенные над металлическими частями судов», а не громоздкие вибраторы Герца [5, с. 216-219].

Успешные испытания аппаратуры, изготовленные фирмой «Дюкрете» по системе А.С. Попова для Морского ведомства, прошли в августе 1899 г. на Чёрном море. Исследовались условия размещения аппаратуры, влияние высот установки антенн, влияние такелажа, а также правила совместной работы нескольких станций. Достигнутые дальности связи – до 14 миль.

По результатам проведённых на море испытаний Попов, проанализировав «самый механизм возбуждения колебания в прямолинейной вертикальной проволоке», пришёл к выводу, что его «можно с большим вероятием уподобить явлениям, происходящим в обыкновенной закрытой органической трубе. Таким образом, возможная длина волны, возбужденной вертикальной проволокой, может равняться четверной длине самого провода или вообще должна удовлетворять равенству:

$$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4}$$

где:  $L$  — длина провода,  $\lambda$  — длина волны, а  $n$  — произвольное целое число» [6].

В 1899 г. на основе детекторного эффекта когерера, обнаруженного его помощниками П.Н. Рыбкиным и Д.С. Троицким, А.С. Попов создает «Телефонный приемник депеш» – первый в мире детекторный приемник, реализующий, в современной терминологии, прибор с полупроводниковыми контактами металл-окисел, или контактами стальной иглы и кокса.

Патент на первый в мире детекторный приёмник А.С.Попов получил в России (1899). При активном участии Э. Дюкрете Поповым были также получены патенты в Бельгии, Великобритании, Испании, Италии, США, Франции, Швейцарии. Новый приёмник позволил существенно увеличить дальность связи.

На Всемирной промышленной выставке 1900 г. в Париже демонстрировалась радиоаппаратура под маркой «Попов-Дюкрете-Тиссо» фирмы «Дюкрете», получившая «Grand-prix» выставки, и грозоотметчик А.С. Попова, получивший большую золотую медаль и диплом [1, с. 98].

#### 4. Основные направления научных работ А.С. Попова в ЭТИ

В марте 1901 г. А.С. Попов получил приглашение директора ЭТИ занять вакантную должность профессора физики. С преподавателями Электротехническим институтом А.С. Попов был хорошо знаком по совместной работе в физическом отделении РФХО. Неудивительно, что на вакантное место профессора физики, освободившееся после увольнения по политическим мотивам проф. В.В. Скобельцына, был приглашён А.С. Попов, наиболее подготовленный к преподавательской деятельности учёный-физик именно в области электротехники.

С 1899 г. началось строительство нового здания для ЭТИ на Аптекарском острове. Профессора института участвовали в подготовке проектов оборудования будущих лабораторий. Для обоснования закупки необходимых для лекционных демонстраций приборов и лабораторного оборудования Поповым была составлена записка «Общее направление курса физики и ближайшие задачи научных работ в физической лаборатории Электротехнического института». Всего одна страничка текста, но автор сумел обозначить и в определённой степени обосновать практически все основные проблемы и задачи, стоящие перед учёными института, чем определил тематику научно-исследовательских работ в ЭТИ, по крайней мере, на десятилетие вперёд [11]. Попов отмечал, что:

*«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, даёт в то же время столь много новых фактов, так быстро расширяет горизонт, что трудно даже предвидеть пределы ее влияния на учение об электричестве.*

*Систематическое изучение новых явлений становится возможным только тогда, когда явятся методы и приборы для измерения этого рода электрической энергии; таких почти нет еще, но многие пути для их разработки уже намечены.*

*Явления электрических колебаний стоят в столь глубокой и непосредственной связи со световыми колебаниями, что и в изложении курса, и в исследованиях невозможно разделить их. Таким образом намечается*

*ряд работ, простых и доступных молодым начинающим специалистам, — это будут испытания, сравнительная оценка новых измерительных методов и приборов.*

*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. Некоторые из них, например, изучение и техническая разработка различных источников (генераторов электромагнитных волн), могут повести к совместной работе нескольких лабораторий Института.*

К «Записке» был приложен «Список начатых и намеченных к исполнению работ в Физической лаборатории Института», включавший 21 тему, большая часть которых к 1902 году уже была начата.

Для студентов первого и второго курсов А.С. Поповым были поставлены 42 лабораторные работы: 23 – по общему курсу физики и 19 – по электричеству и магнетизму. Курс физики, читанный им на первом курсе, представлял собой, по существу, сокращённый, по отношению к университетскому объёму, курс экспериментальной физики. В мае 1903 г., при несомненном участии А. С. Попова, вышел из печати курс «Основы теории телеграфных цепей», составленный профессором ЭТИ заведующим кафедрой электрических телеграфов П. С. Осадчим (1866 – 1943), предназначенный для студентов третьего курса. Десятая глава этой книги была озаглавлена «Некоторые данные телеграфных цепей беспроводного телеграфа».

## **5. Научно-исследовательские работы, проведённые под руководством А.С. Попова на кафедре физики ЭТИ**

Темы научно-исследовательских работ, предложенных Поповым к исследованию в лаборатории физики ЭТИ, можно разделить на 4 группы [8]:

I. Физические свойства электромагнитных полей и сред. К этой группе работ относятся исследования электромагнитных явлений и физических свойств различных сред (переменное электромагнитное поле, разреженные газы, ионизационные поля солей бромистого радия и другие).

Начиная с 1890 г. А.С. Попов уделял особое внимание вопросам исследования электромагнитных излучений во всём их спектре. В 1890 г. Попов прочитал курс лекций на эту тему: «Новейшие соотношения между световыми и электрическими явлениями» и «Актиноэлектрические явления действия света вольтовой дуги на электрические заряды». Он одним из первых в России получил рентгеновские снимки, в феврале 1896 г. вы-

ступил на заседании РФХО с докладом, повторив и подтвердив результаты опытов Рентгена. Огромный интерес вызвали у Попова работы Пьера и Марии Кюри, с которыми он познакомился в 1900 г. в Париже на Физическом конгрессе. В 1902 г. он создаёт прибор для измерения напряженности электрического поля атмосферы для шаров, зондов и змеев, основанный на применении бромистого радия, небольшое количество которого было получено в то время в химической лаборатории ЭТИ. О результатах этой работы А.С. Попов сообщил на заседании РФХО 7 мая 1902 г. Краткое описание действия прибора А.С. Попова содержится в воспоминаниях его ассистента Б.И. Зубарева [11].

II. К этой группе относятся работы, посвященные исследованию физических явлений, положенных в основу радиотелефонии. Телефонный приёмник Попова был, по существу, детекторным приёмником. в котором использовался выпрямительный эффект нелинейных переходов. А.С. Попов совершенствует конструкцию детектора, добиваясь получения еще большей чувствительности и стабильности работы, необходимых для устойчивого приема речи. В течение 1902 – 1903 гг. под руководством А.С. Попова его аспирантом выпускником МГУ С.Я. Лифшицем были проведены опыты по осуществлению беспроводного телефонирования. Результаты работ были изложены в докладах А.С. Попова «О телефонировании без проводов» и сообщении С.Я. Лифшица [9].

III. 3-я группа работ объединяет темы исследований по генерированию незатухающих колебаний. В списке к пояснительной Записке были отмечены уже начатые на кафедре к 1902 году работы. На смену искровым генераторам электромагнитных волн шли дуговые [11]. Работа «О механизме вольтовой дуги», выполненная выпускником Петербургского университета В. Ф. Миткевичем (1872 – 1951), была отмечена в первую годовщину со дня смерти А. С. Попова, 31 декабря 1906 года, первой премией имени А.С. Попова (учредителями которой выступили ЭТИ, МОК, РФХО, Русское техническое общество и Общество инженер-электриков). Как отмечал сам В.Ф. Миткевич, образно называвший А. С. Попова «Колумбом радиотехники», на него большое влияние оказали работы А. С. Попова.

IV. Последняя группа работ объединяет ряд тем, связанных с проведением радиотехнических измерений, большая часть которых была начата ещё при жизни Попова. Лаборантом кафедры физики ЭТИ с 1904 г. по 1911 г. был выпускник Петербургского университета Д.А. Рожанский (1882— 1936), начинавший свою научную деятельность под руководством А.С. Попова. Темой его исследования было изучение затухающих элек-



трических колебаний с помощью осциллографической трубки Брауна. Работа Д. А. Рожанского «Влияние искры на колебательный разряд» была удостоена премии имени А. С. Попова (1911) [1, с. 186].

Последним выступлением А. С. Попова в физическом отделении РФХО была его лекция «О волномерах, служащих для измерения длины электромагнитных волн или для определения периода электрических колебаний», прочитанная им 20 сентября 1905 года в помещении физической лаборатории ЭТИ.

## **6. Работы в интересах Морского ведомства**

Назначение А.С. Попова в ЭТИ состоялось Высочайшим приказом по гражданскому ведомству от 28 августа 1901 г. за № 69, при этом было зафиксировано, что он оставлен «числящимся на службе по Морскому ведомству в звании заведывающего установкой [приборов] телеграфирования без проводов и членом Морского технического комитета» [1, с. 437]. Таким образом, перейдя в ЭТИ, он продолжил курировать весь спектр организационных и технических вопросов радиооружия флота. Кроме того, в 1901-1902 учебном году А.С. Попов сохранил за собой чтение курса динамо-машин и электродвигателей в МОК, а курс беспроволочной телеграфии для минных офицеров продолжал читать вплоть до 1905 года.

В июне – июле 1902 г. А.С. Попов занимался налаживанием беспроволочного телеграфирования на судах Учебно-артиллерийского отряда в Ревеле. По итогам этой командировки он инициировал перед руководством Морского ведомства ряд важных вопросов в области безопасности связи и радиоразведки [12, 13]. В августе - сентябре 1902 г. А.С. Попов принимал участие в опытах по телеграфированию на большие расстояния на Черноморском флоте, в Севастополе [12].

В начале июля 1903 г. А.С. Попов проводил опыты по беспроволочному телеграфированию на Учебно-минном отряде в Финском заливе. Целью опытов было испытание новых усовершенствованных радиостанций и определение максимальной дальности радиоприема «на ленту» при использовании новых когереров «с низким критическим вольтажем» [14].

В 1904 г. А.С. Попов планировал проведение опытов «с управляемым брандером», для чего МТК выделил ему необходимую аппаратуру [12]. Одна из последних работ А.С. Попова в интересах Морского ведомства была связана с проблемой измерения электрических параметров антенных сетей [14]. Исследования были продолжены в Учебно-минном от-

ряде в 1906 г., уже после смерти А.С. Попова. Результаты были опубликованы в 1908 г. в «Известиях по минному делу» (Вып. № 43).

## 7. Заключение

Последние пять лет жизни Александра Степановича Попова отмечены непрерывным и стремительным ростом его авторитета среди российских и европейских ученых-электротехников, со многими из которых он был знаком лично. Приглашение в 1901 г. на должность профессора физики ЭТИ способствовало раскрытию в полной мере его педагогического таланта, таланта учёного-экспериментатора. Результаты научных исследований А.С. Попова проходили апробацию в ходе натуральных испытаний. Подготовка инженеров и научные исследования дополняли и обогащали друг друга. Результаты научных исследований практически сразу включались в материалы лекций.

Под руководством А.С. Попова начинали научную деятельность в стенах ЭТИ впоследствии члены-корреспонденты Академии наук СССР Д.А. Рожанский и В.И. Коваленков. В 1916 г. В.И. Коваленкову была присуждена премия имени А.С. Попова за работу «Установившиеся процессы и распространение прерывистого тока по телеграфным проводам».

В 1909 г. при кафедре электрических телеграфов проф. П.С. Осадчим и Н.А. Скрицким, учеником А.С. Попова, была организована лаборатория беспроводного телеграфирования. В декабре 1916 г. решением Ученого совета ЭТИ впервые была утверждена специальность «радиотелеграфные станции», профессором по которой после защиты магистерской диссертации стал Н.А. Скрицкий [15]. Им был подготовлен к печати и издан первый на русском языке обзорный труд «Радиотелеграфные измерения» (1914).

В ноябре 1917 г. руководителем этой новой специальности (кафедры) стал выпускник ЭТИ 1913 г. И.Г. Фрейман (1890 – 1929), защитивший в 1921 году магистерскую диссертацию на тему «О законах подобия радиосетей». И.Г. Фрейманом была разработана инженерная методика расчёта ламповых генераторов, разработана первая ламповая системы радио-вооружения «Блокада-1». В сферах научной, педагогической, инженерной и организаторской деятельности И.Г. Фрейман стал достойным преемником А.С. Попова [16].

Соратники, ученики и последователи А.С. Попова продолжили начатые им научно-исследовательские работы и в значительной степени реализовали те задачи, которые были обозначены в его записке ««Общее

направление курса физики и ближайшие задачи научных работ в физической лаборатории Электротехнического института».

### Список литературы

- [1] Золотинкина Л.И., Партала М.А., Урвалов В.А. Летопись жизни и деятельности Александра Степановича Попова /под ред. акад. РАН Ю.В. Гуляева. – СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова(Ленина). 2008 – 560с.
- [2]. Материалы к истории Минного офицерского класса и школы. - СПб.,1899.- 240с.
- [3]. Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям. — ЖРФХО СПб, 1895, т. XXVII, вып. 8, ч. физ., отд. 1, стр. 259—260. Протокол 151 (201) -го заседания Физического отделения от 25 апреля 1895 г.
- [4]. Попов А.С. Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний. — ЖРФХО СПб. 1896, т. XXVIII, вып. 1, ч. физ., отд. 1, стр. 1—14 с 2 рис. То же. Отд. оттиск. СПб. 1896, 14 стр. с 2 рис.
- [5]. Из истории изобретения и начального периода развития радиосвязи (сборник подлинных документов и материалов) /Авторы-составители: Л.И. Золотинкина, Ю.Е. Лавренко, В.М. Пестриков. Научный редактор д.т.н. проф. В.Н. Ушаков - СПб: 2008. - 240 с., 42 илл.
- [6]. Попов А.С. «О телеграфировании без проводов» – Труды Первого Всероссийского электротехнического съезда 1899-1900 гг. в С.-Петербурге, 1901, т. 2, с. 288-309.
- [7]. «А.С. Попов - Э. Дюкрете. Письма и документы. 1898 - 1905 гг.»/ Авторы - сост.: Л.И. Золотинкина, Е.В. Красникова, М.А. Партала, Л.С. Румянцев, под ред. Л.И. Золотинкиной. – СПб: Изд-во «Русская классика», 2009. – 340 с., ил.
- [8]. Кьяндская Е.Г. Деятельность Александра Степановича Попова как профессора Электротехнического института в Петербурге (1901 – 1906). Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук. Ленинградский электротехнический институт им. В.И. Ульянова (Ленина). Ленинград. 1974. 19 с.
- [9]. Лифшиц С.Я. Телефонирование без проводов с помощью электромагнитных волн. - Труды Третьего Всероссийского электротехнического съезда. 1903-1904. Том третий. - СПб, 1906. - С. 313-317.
- [10]. Александр Степанович Попов в характеристиках и воспоминаниях современников. Сост. М.И. Радовский /под ред. К.К. Баумгарта. - М.-Л.: АН СССР, 1958, - 454 с.
- [11]. Зубарев Б.И. Несколько слов о деятельности Александра Степановича Попова в Электротехническом институте // Журнал Русского физико-химического общества. Вып.1. 1906 г. С.23 – 30.
- [12]. Партала М.А. А. С. Попов: непрочитанные страницы биографии к 150-летию со дня рождения великого русского ученого, изобретателя радио // Морская радиоэлектроника. 2009. № 1. С. 48-52.
- [13]. Партала М.А. Имя А. С. Попова в истории отечественной радиоразведки // Защита информации. Инсайд. 2010. № 4 (34). С. 76-79.
- [14]. Рыбкин П.Н. Работы А.С. Попова по телеграфированию бех проводов. Очерк десятилетней деятельности // Известия по минному делу. Изд. МТК. 1908. Вып. 43. С. 9-28.
- [15]. Золотинкина Л.И., Скрицкий Н.В. Н.А. Скрицкий - радиоинженер, ученый, педагог// Электросвязь. 2006. № 12. С. 25-28.

[16]. Золотинкина Л.И. Профессор Имант Георгиевич Фрейман – основатель отечественной научно-инженерной школы радиотехники // История науки и техники. 2016. №2. Часть 2. С. 73 –95.

## References

[1] Zolotinkina L.I., Partala M.A., Urvalov V.A.: The Chronicle of Life and Work of A. S. Popov. Edited by the RAS member, U.V. Gulyaev. St. Petersburg. Saint Petersburg Electrotechnical University (LETI). 2008, p. 560.

[2] Records for the History of the Torpedo Officers' School and the Torpedo School. St. Petersburg. 1899, p. 240.

[3] On the Relation of Metal Powders to Electric Oscillation. The Journal of the Russian Physical and Chemical Society. St. Petersburg. 1895, v.27, issue 8, ph.p., 1-st dept., pp.259-260. The minutes of 151 (201) session of the Department of Physics, April 25, 1895.

[4] Popov A.S.: An apparatus for detecting and registering electric oscillation. The Journal of the Russian Physical and Chemical Society. St. Petersburg. 1896, v. 28, issue 1, ph.p., 1-st dept., pp.1-14 with 2 illus. Id. Overprint. St. Petersburg. 1896, p. 14 with 2 illus.

[5] Excerpts on History of Invention of Radio Communication and the Initial Stage of its Development (The Source Book). Compiled by Zolotinkina L.I., Lavrenko U.E., Pestrikov V.M. Edited by EngD, prof. Ushakov V.N... St. Petersburg. 2008, p. 240, illus. 42

[6] Popov A.S.: On Wireless Telegraphy, Materials of the First All-Russia Electrotechnical Congress, 1899-1900. St. Petersburg. 1901, v. 2, pp. 288-309.

[7] A.S. Popov - E. Ducretet. Letters and Documents. 1898 - 1905. Compiled by Zolotinkina L.I., Krasnikova E.V., Partala M.A., Rummyantsev L.S.. Edited by Zolotinkina L.I. St. Petersburg. Russian Classics. 2009, p. 340, illus.

[8] Kyandskaya E.G.: A. S. Popov as a Professor of the Electrotechnical Institute, St. Petersburg (1901 – 1906). Synopsis of thesis for PhD in Technical Science. Leningrad Electrotechnical Institute. Leningrad. 1974. p. 19.

[9] Lifshitts S.Y.: On Wireless Telegraphy through the Electromagnetic Waves. Materials of the Third All-Russia Electrotechnical Congress. 1903-1904. St. Petersburg, v.3, pp. 313-317.

[10] A.S. Popov. Portrayals and Memories of Him, Shared by His Contemporaries. Compiled by Radovsky M.I. Edited by Baumgart K.K. Moscow- Leningrad. ASUSSR. 1958, 1958, p. 454.

[11] Zubarev B.I.: On work of A. S. Popov in the Electrotechnical Institute. The Journal of the Russian Physical and Chemical Society, issue 1, 1906, pp.23 – 30.

[12] Partala M.A.: A.S. Popov: Unrevealed Pages of Biography. Devoted to the 150th Anniversary of a Great Russian Scientist and a Radio Inventor. Naval Radio Electronics. 2009, issue 1, pp. 48-52.

[13] Partala M.A.: The Name of A.S. Popov in History of Russian Radio Reconnaissance. Information Security. Inside. 2010, issue 4 (34), pp. 76-79.

[14] Rybkin P.N.: Works of A.S. Popov on Wireless Telegraphy. A Essay on the Decade-long Work. The Mining News. MTC. 1908, issue 43, pp. 9-28.

[15] Zolotinkina L.I. Skritskiy N.V. Skritskiy N.A. - Radio Engineer, Scientist, Teacher // Electrosvyaz. 2006. №12. Pp.25 – 28.

[16] Zolotinkina L.I. Professor I.G. Freiman is a Founder of the National Scientific Radio Engineering School //History of Science and Engineering. 2016 part 2. Pp/73 – 95.