

ПЕРВЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

В.А. Алексеева

директор

АНО «Национальный научно-исследовательский
центр безопасности новых технологий»

Ю.Б. Зубарев

доктор техн. наук, профессор,

член-корреспондент РАН

ЗАО «МНИТИ»

О.А. Григорьев

доктор биологических наук

АНО «Национальный научно-исследовательский
центр безопасности новых технологий»

Москва, Российская Федерация

**ИЗОБРЕТАТЕЛЬ РАДИО
А.С. ПОПОВ И ПЕРВЫЕ
ИССЛЕДОВАТЕЛИ
БИОЛОГИЧЕСКИХ
ЭФФЕКТОВ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
ПОЛЯ В РОССИЙСКОЙ
ИМПЕРИИ**

В статье приводятся новые сведения о семейно-профессиональных связях изобретателя радио А.С. Попова и первых исследователей биологических эффектов электромагнитного поля в Российской Империи. Впервые описана в совокупности и проанализирована структура семейно-профессиональных связей семьи А.С. Попова, включавшая докторов медицины, физиологов, электрофизиков, работавших совместно в области исследований биоэффектов «электромагнетизма» в конце XIX–начале XX веков. Эти связи способствовали защите первой в Российской Империи медико-биологической диссертации по непосредственному действию электромагнитного поля на человека (П.И. Ижевский, Императорская Военно-медицинская академия, 1900 г.) и к защите первой в Императорском Томском университете диссертации по медицине, посвященной физиологическим эффектам действия "электричества на расстоянии" (Н.С. Спасский, 1901 г.). Профессор Попов оказал непосредственное влияние на первые медико-биологические исследования электромагнитного поля в Российской Империи.

Ключевые слова: А.С. Попов, семья, электромагнитное поле, физиология, медико-биологические эффекты, исследования, экспериментальная установка, искровой передатчик, Российская Империя.

V.A. Alekseeva

Director

ANO "National Research Center
for the Safety of New Technologies"

Yu.B. Zubarev

Doctor of Tech. Sciences, Professor,

Corresponding Member of RAS

CJSC "MNITI"

O.A. Grigoriev

Doctor of Biological Sciences

ANO "National Research Center
for the Safety of New Technologies"

Moscow, Russian Federation

**INVENTOR OF WIRELESS
COMMUNICATION ALEXANDR
POPOV AND INITIAL
SCIENTISTS OF THE
ELECTROMAGNETIC
FIELD BIOLOGICAL
EFFECTS RESEARCH
IN THE RUSSIAN EMPIRE**

Professor Aleksandr Popov, the principal inventor of the practical radio, had an influence on the first biomedical researches of the electromagnetic field in the Russian Empire. The results of analyses of Popov's family structure and professional contacts, show group of doctors of medicine, physiologists, electrophysicists, who worked together in research on the bioeffects of "electromagnetism" in the late 19th - early 20th centuries. Family and professional contacts were helpful for creating of the first dissertation in the Russian Empire on the research of the effect of an electromagnetic field on a persons (P.I. Izhevsky, Imperial Military Medical Academy, 1900) and for the first dissertation on medicine in the Imperial Tomsk University, devoted to the action of "the electricity at distance" on alive biological objects (N.S. Spassky, 1901).

Keywords: Aleksandr Popov, family, electromagnetic field, physiology, medico-biological effects, research, experimental, spark transmitter, Russian Empire.

DOI: 10.25791/intstg.11.2020.1237

Документальная биография изобретателя радио профессора А.С. Попова детально изложена в ряде юбилейных сборников, подготовленных Академией наук и НКВД [1–3]. Однако связь А.С. Попова с первыми исследователями медико-биологических эффектов электромагнитного поля в Российской Империи до настоящего времени не рассматривалась.

Предпосылками рассмотреть более детально «биоэлектромагнитный» аспект деятельности профессора Попова стали два факта.

Во-первых, «медико-биологический» лексикон уверенно использован и является опорным для смысла в фразе А.С. Попова (1889 год), которая академиком А.И. Бергом признается ключевой для начала непосредственной разработки радио: «Человеческий организм не имеет еще такого органа чувств, который замечал бы электромагнитные волны в эфире. Если бы изобрести такой прибор, который заменил бы нам электромагнитное чувство, то его можно было бы применять и в передаче сигналов на расстоянии» [4].

Во-вторых, как нами установлено, 31 декабря 1893 года профессор-электрофизик А.С. Попов был избран почетным председателем секции электротерапии на V съезде общества русских врачей [5]. Вряд ли этот факт можно считать случайным, особенно если учесть, что первое слово на заседании было предоставлено доктору П.И. Ижевскому, мужу сестры А.С. Попова.

В связи с этим, в рамках анализа научных работ первых ученых в области исследований медико-биологических эффектов электромагнетизма, была поставлена задача рассмотреть и проанализировать возможную связь А.С. Попова, первого ученого, решившего прикладную задачу использования электромагнетизма для передачи информации, и первых исследователей биологических эффектов переменного электромагнитного поля в Российской Империи.

Электромагнетизм в XIX веке был новым физическим фактором для всех естественно-научных специальностей. Физиологам электромагнитное поле (ЭМП) стало доступным в полной мере только после определенного уровня развития электрофизики, когда возникла возможность создавать надежные источники ЭМП, сформировались первые устойчивые представления о природе фактора и характере распространения электромагнитных «лучей». Этот период относится к середине 1890-х годов, когда в лаборатории профессора В.Я. Данилевского были начаты первые в Российской Империи фундаментальные опыты по

исследованию биологических эффектов «электричества на расстоянии» [6, 7]. До этого времени физиологи и электро-терапевты несколько десятилетий исследовали действие кондуктивного электричества, что позволило сформировать достаточно четкие представления о его действии на нервную, нервно-мышечную и сердечно-сосудистые системы, на метаболизм и функциональное состояние. Рассматривая электромагнитное поле как «электричество на расстоянии», исследователи биоэффектов постепенно переходили к новому физическому фактору, используя при этом методические подходы и результаты предыдущих десятилетий.

Как мы показали ранее, первую в Российской Империи «фундаментальную» диссертацию по биологическим эффектам электромагнитного поля защитил доктор медицины С.И. Костин в 1898 году (Императорский Харьковский Университет) [8]. Первую «прикладную» диссертацию по медико-биологическим эффектам электромагнитного поля, выполненную с привлечением добровольцев, подготовил доктор медицины П.И. Ижевский в 1900 году (Военно-медицинская академия, Санкт-Петербург). К работам, в которых совмещали изучение эффектов и электрического тока, и электромагнитного поля в полной мере относится диссертация Н.С. Спасского (1901 год), первого доктора медицины в Императорском Томском университете [6].

Как указывает ряд источников, упомянутый выше доктор Павел Иванович Ижевский и изобретатель радио Александр Степанович Попов были друзьями с юношеских лет [1, 9, 10]. Они вместе приехали учиться на Естественном отделении Физико-математического факультета Императорского Университета в Санкт-Петербурге, но в следующем 1878 году Ижевский перешел в Императорскую Медико-Хирургическую Академию. Со временем друзья стали родственниками: Павел Иванович Ижевский женился на сестре Попова, Анне Степановне. Их правнучка Л.М. Александрова любезно предоставила авторам статьи семейную фотографию Ижевских, приведенную на рисунке 2.

Современники вспоминали, что семьи Ижевских и Поповых тесно и регулярно общались. Статский советник, инженер Петр Николаевич Рыбкин, соавтор и ближайший сотрудник А.С. Попова, так описал характер общения П.И. Ижевского с А.С. Поповым: «Центральной фигурой всей родни Александра Степановича был известный доктор Павел Иванович Ижевский, муж Анны Степановны. Этот крупный в то время специалист



Рис. 1. А. Попов (слева) и П. Ижевский (в центре) [10]



Рис. 2. П.И. Ижевский с женой Анной Степановной – сестрой А.С. Попова (источник: фотография предоставлена авторам их правнучкой Л.М. Александровой)

по электротерапии имел на Литейном проспекте богатый кабинет, наполненный до отказа всеми возможными приборами, начиная от мощной электростатической машины и кончая сложной аппаратурой Д'Арсонваля. Перегруженный и в будни и в праздники своей интересной практикой, Павел Иванович любил изредка оставлять все свое дело помощнику и уезжал отдыхать в Кронштадт к своему любимому зятю. О дне приезда Павла Ивановича Александр Степанович извещал всех сестер и таким образом устраивал свои знаменитые семейные праздники» [11].

Еще студентом П.И. Ижевский вел научную работу, связанную с терапевтическим применением электричества и опубликовал две статьи (1882 и 1883 годы). Закончив Академию в 1884 году, Ижевский занимался клинической практикой на Урале и только в 1893 получил возможность вновь вернуться к научной работе в Императорской Военно-медицинской академии в отделении электротерапии при кафедре частной патологии и терапии. К этому моменту А.С. Попов уже 10 лет преподавал в Минном офицерском классе электротехнику и практическую физику, владел новейшими данными по теории электричества и электромагнетизма, сформулировал гипотезу о возможности использования электромагнитных волн для телеграфирования без проводов (1889 год). Совершенно естественно, что Александр Степанович оказал

помощь другу и родственнику на этапе восстановления научной карьеры. Ижевский писал в своей докторской диссертации: «Прибор для получения синусоидальных токов был построен преподавателем офицерской минной школы А.С. Поповым. Он же записал кривые синусоидального тока этого прибора (при помощи указателя зеркального гальванометра), а также снял кривые токов от первичной и вторичной обмоток индукционного аппарата Дюбуа-Реймонда» [12].

Именно разработанный А.С. Поповым прибор и данные, полученные с его помощью, были продемонстрированы П.И. Ижевским на Пироговском съезде в Санкт-Петербурге в конце 1893 года – на секции, где А.С. Попов был избран почетным председателем. Там же Ижевский продемонстрировал сочетание приборов для получения колебательного разряда, использованного впоследствии в источниках для формирования электромагнитного поля и токов высокой частоты [5].

Как следует из диссертации доктора П.И. Ижевского, он решал задачу перехода от локальной к общей электризации организма, проверяя таким способом гипотезу ускорения метаболизма. По Ижевскому, для этого необходимо использовать «переменное электромагнитное поле» соленоида, внутрь которого мог быть полностью помещен человек. Так развитие клинической практики использования электрического тока предопределило

переход к изучению биологических эффектов электромагнитного поля в Императорской Военно-медицинской академии.

Диссертация П.И. Ижевского содержит перечень литературы из 9-ти источников, что было допустимо для диссертаций того времени. Павел Иванович цитирует в диссертации одну из основных работ А.С. Попова – «О телеграфировании без проводов» (Сообщение 19-ого Октября 1897 г. в Электротехническом институте). Это говорит о знакомстве Ижевского с новейшими разработками Попова в практическом электромагнетизме и использовании этих данных в диссертации. Однако нет документальных свидетельств того, что А.С. Попов непосредственно помогал П.И. Ижевскому в конце 1890-х годов, на стадиях работы с «переменным электро-магнитным полем» – что объяснимо, учитывая его колоссальную загруженность внедрением радиосвязи на флоте в это время [2, 3]. В 1898 году в физическом кабинете Императорской Военно-Медицинской Академии ассистентами И.А. Лебедевым и Н.Н. Гергиевским был собран стенд для получения «колебательного разряда

большой частоты и огромного напряжения», оборудование было закуплено «от Геффа из Парижа» [12]. Именно эта установка завершила переход к исследованиям действия «электричества на расстоянии», стала основной для облучения добровольцев и животных «переменным электро-магнитным полем» в экспериментах П.И. Ижевского, а затем Н.С. Спасского. На рисунке 5 приведена электрическая схема стенда в формате, приведенном в диссертациях обоих авторов.

Как свидетельствуют потомки, во время работы над «электромагнитной» диссертацией и в последующие годы с Ижевским работала жена Попова – Раиса Алексеевна Попова, урожденная Богданова. Доктор Р.А. Попова закончила Высшие женские медицинские курсы при Николаевском военном госпитале и работала в Кронштадтском военно-морском госпитале, преподавала гигиену и естествознание, была школьным врачом, а также помогала в эксплуатации рентгеновской установки в военно-морском госпитале Кронштадта, которую сконструировал А.С. Попов. Сохранился экземпляр диссертации П.И. Ижевского с автографом на титульном листе:



Рис. 3. П.И. Ижевский с прибором, построенным для него А.С. Поповым (источник: фотография предоставлена авторам Л.М. Александровой, правнучкой П.И. Ижевского)

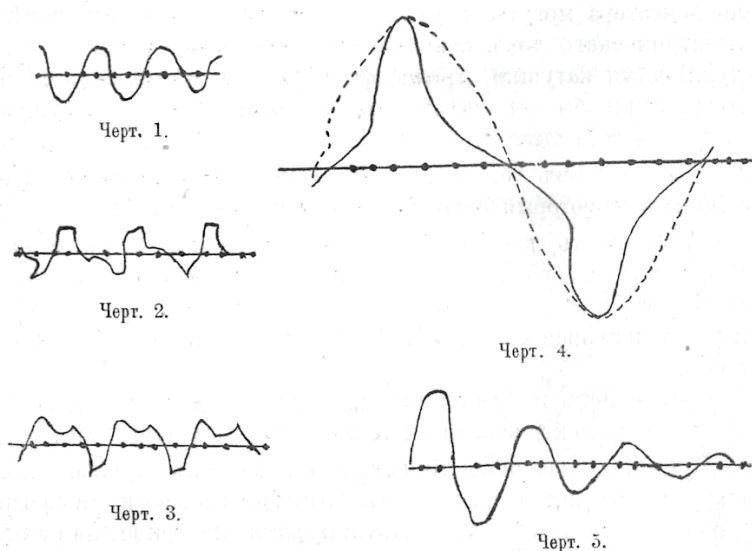


Рис. 4. «Кривые переменных токов» для воздействия на человека, сняты непосредственно А.С. Поповым совместно с П.И. Ижевским в 1883 году [12]

«Милому товарищу, Раисе Алексеевне Поповой, глубокоуважающий без лести преданный автор. На добрую память о прошедшем и еще лучшем будущем. 2 – XI.1900» [10, 13].

Врачем-акушером была и сестра А.С. Попова, жена П.И. Ижевского, Анна Степановна. Таким образом, в характерной семейной обстановке А.С. Попов оказывался скорее в кругу медиков, чем физиков, и это в значительной мере может объяснить «медико-биологический» лексикон использованный в ключевой фразе А.С. Попова о будущем приборе, заменяющем «электромагнитное чувство» человеку (1889 год).

Если прямая связь А.С. Попова с П.И. Ижевским выявляется достаточно очевидно в работах последнего, то влияние работы А.С. Попова на исследования в Императорском Томском университете ранее не рассматривалось в известной нам литературе.

Первым физиологом, получившим степень доктора медицины в Томском университете, стал в 1901 году Н.С. Спасский, успешно защитивший диссертацию на тему «К вопросу о физиологическом действии токов высокого напряжения и большой частоты перерывов» [14, 15].

Согласно тексту работы, исследования Спасский выполнял частично в Военно-медицинской академии в Петербурге, частично в Томском университете. Сравнивая диссертации Ижевского и Спасского выявлено следующее. В физическом кабинете Военно-медицинской академии доктор Н.С. Спасский вел исследования одновременно с П.И. Ижевским. Спасский использовал экспериментальную установку для воздействия «переменным электромагнитным полем», построенную фактически для Ижевского, о чем свидетельствуют идентичные рисунки с принципиальной схемой в диссертациях обоих авторов. И в то же время Спасский был добровольцем в экспериментах Ижевского, что отражено в списке «лиц, подвергавшихся исследованию» на странице 58 диссертации [12].

Как следует из текста диссертаций, работы П.И. Ижевского и Н.С. Спасского в определенном смысле дополняют друг друга и близки методически. По мнению П.И. Ижевского, «переменное электромагнитное поле вызывает непосредственное изменение в организме», повышение электрокожной чувствительности и изменение кожного чувства пространства, что свидетельствует об изменениях в возбудимости нервной системы [12]. Н.С. Спасским также был продемонстрирован феномен «изменения тактильной чувствительности» [14]. Эти положения полностью коррелируют с

современными представлениями об изменении реактивности нервной системы под действием электромагнитного поля [7].

Таким образом, в Санкт-Петербурге Н.С. Спасский работал непосредственно с близким родственником и другом А.С. Попова. А в Томске другой родственник и друг А.С. Попова был консультантом диссертации Н.С. Спасского: профессор Ф.Я. Капустин помогал ему в вопросах электрофизики, что указано на странице 57 диссертации [14].

Выпускник физико-математического факультета Петербургского университета Федор Яковлевич Капустин, племянник Д.И. Менделеева, был женат на Августе Степановне Поповой, младшей сестре А.С. Попова [16]. Ф.Я. Капустин был университетским другом А.С. Попова, преподавал в Минных офицерских классах в Кронштадте с 1885 г. и разделял с ним чтение курса физики морским офицерам. В 1887 году Попов и Капустин в составе делегации Русского физико-химического общества посетили Томский Императорский университет в ходе экспедиции по наблюдению солнечного затмения [15]. По мнению ряда авторов, Капустин был в большей степени электрофизиком-теоретиком, чем практиком, и в этой роли консультировал А.С. Попова [9].

Не прервалось общение Попова и Капустина после назначения последнего в 1889 году заведовать кафедрой физики в Томск. Профессор Ф.Я. Капустин присутствовал и выступил на заседании физического отделения Русского физико-химического общества 25 апреля 1895 г., когда А.С. Попов сделал сообщение «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям». Изобретатель радио рассказал о своем приборе, предназначенном для наблюдения быстрых колебаний в атмосферном электричестве. В музее Томского университета хранится грозоотметчик, сделанный непосредственно А.С. Поповым [15]. Ф.Я. Капустин с помощью этого прибора предпринял попытку радиоастрономического эксперимента, заключавшегося в «исследовании перемен в атмосферном электричестве, вызванных излучением Солнца во время затмения».

Сохранились многочисленные письма А.С. Попова к Ф.Я. Капустину, в них отражен ход размышлений изобретателя радио, он делится идеями и обсуждает практические вопросы создания приборов приема-передачи электромагнитной энергии [9, 17]. Известные первые рукописные схемы прототипов оборудования для радиосвязи А.С. Попова были представлены в письмах Капустину [17].

Анализируя принципиальную схему томской установки Н. Спасского (рис. 6, а), очевидно, что фактически она представляет собой искровой

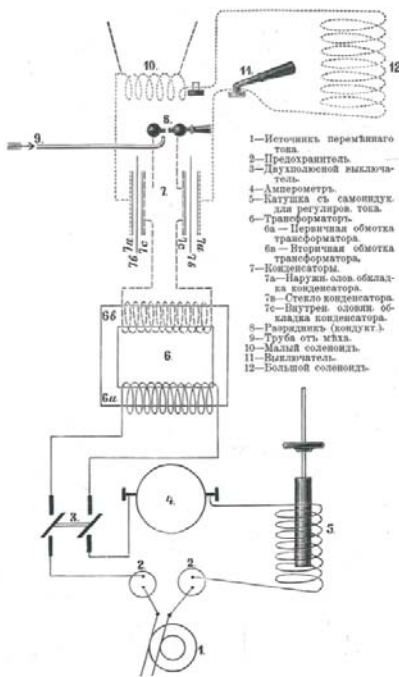


Рис. 5. Электрическая схема установки «переменного электро-магнитного поля» в физическом кабинете Императорской Военно-медицинской академии, на которой проводились экспериментальные исследования П.И. Ижевским и Н.С. Спасским

передатчик Попова (рис. 6, б), к которому вместо антенны в качестве нагрузки подключен соленоид для размещения экспериментальных животных.

Прослеживается тесная дружеская и творческая связь Ф.Я. Капустина с А.С. Поповым, из переписки следует, что Капустин знаком с инженерно-техническими решениями Попова. Таким образом, логично предположить прямое влияние идей и технических решений изобретателя радио на процесс создания экспериментальной установки исследования биологических эффектов электромагнетизма в Императорском Томском университете.

Схематическое отражение известных нам научных и «семейных» связей А.С. Попова (рис. 7) показывает круг докторов медицины, физиологов, электрофизиков, работавших совместно в области исследований биоэффектов «электромагнетизма» в конце XIX–начале XX веков. Можно констатировать, что две из трех научных групп по изучению биоэффектов «электромагнетизма» в начале XX века были непосредственно связаны с профессором А.С. Поповым на основе семейно-профессиональных связей. В двух из трех первых медико-биологических диссертаций по «переменному электро-магнитному полю» прослеживается

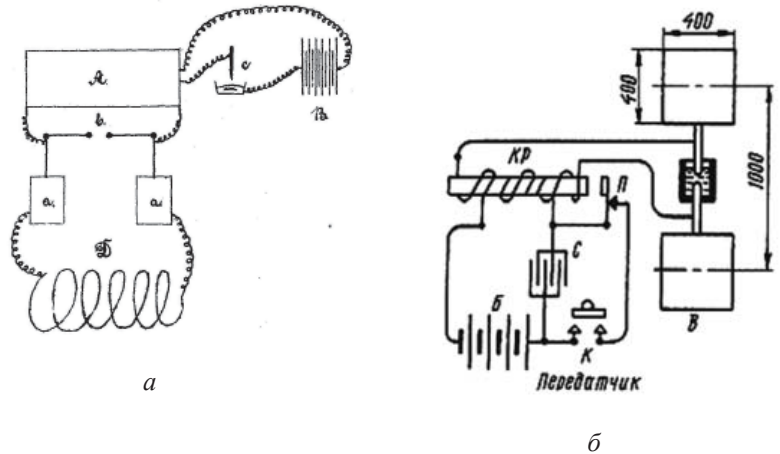


Рис. 6. а: Электрическая схема установки Н. Спасского для воздействия переменным (электро)магнитным полем на биологическую модель [14] А – катушка Румкорфа; Б – батарея питания; с – ртутный прерыватель тока; б - искровой разрядник; а - конденсатор (лейденская банка); Д – соленоид б: Электрическая схема передающей части системы А.С. Попова (искровой передатчик) [17] К – коммутатор Румкорфа (ключ); КР катушка Румкорфа; П – автоматический электро-механический прерыватель тока; С – блокировочный конденсатор; В – излучатель электромагнитных колебаний (вибратор Герца с квадратными медными листами 400×400 мм); Б – батарея питания

непосредственное влияние А.С. Попова – в работах П.И. Ижевского и Н.С. Спасского.

А.С. Попов лично помогал П.И. Ижевскому строить приборы для экспериментов и это было существенным вкладом в организацию исследований, так как обеспечило предпосылки перехода от исследования эффектов электричества кондуктивно к «электричеству на расстоянии».

А.С. Попов держал Ф.Я. Капустина в курсе своих технических разработок и практических применений «электромагнетизма» и это оказалось важно, так как Капустин, используя информацию А.С. Попова, руководил электрофизическим разделом диссертации Н.С. Спасского и обеспечил практическое создание установки в Томске.

Вовлеченность Н.С. Спасского в круг семьи А.С. Попова, возможность ему принять участие в исследованиях П.И. Ижевского в Военно-медицинской академии в качестве облучаемого добровольца, использовать установку Ижевского для своей диссертации и приобрести опыт работы с источником электромагнетизма, который он реализовал позже в Томском университете.

Таким образом, вокруг семьи изобретателя радио А.С. Попова в конце XIX века сформировалось сообщество ученых, которое необыкновенным

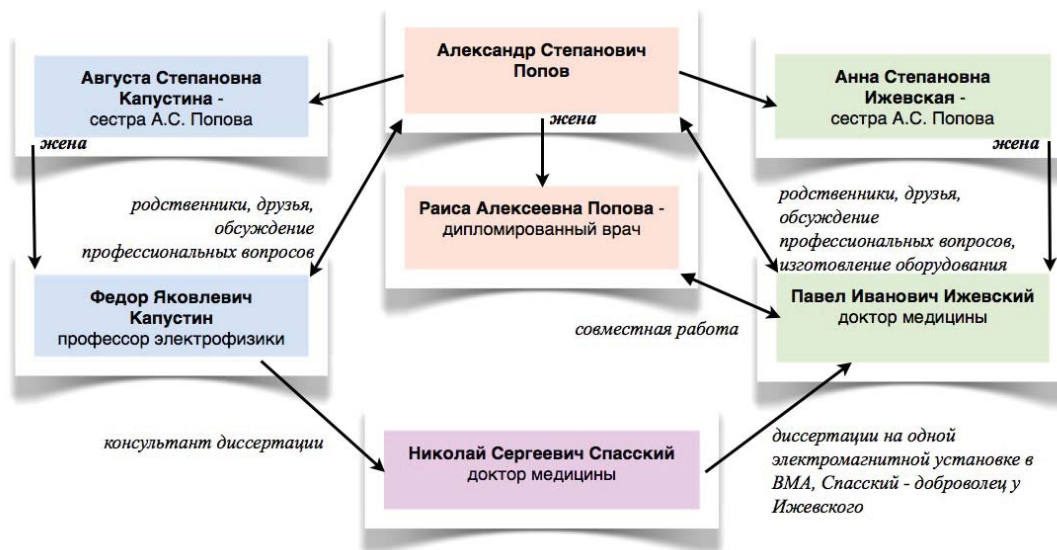


Рис. 7. Связи электрофизиков и авторов первых диссертаций по биоэффектам электромагнитного поля, объединенных вокруг семьи А.С. Попова



Рис. 8. Клан Поповых: А.С. Попов во втором ряду крайний слева, Ф.Я. Капустин в третьем ряду крайний слева, П.И. Ижевский в третьем ряду седьмой слева (источник: фотография предоставлена Л.М. Александровой, правнучкой П.И. Ижевского)

образом связало физиков и докторов медицины, изучавших эффекты электромагнитного поля. Устойчивые семейно-профессиональные связи привели не только к изобретению радио, но и к защите первой в Российской Империи диссертации по исследованию действия электромагнитного поля на человека (Ижевский) и к защите первой в Томске диссертации по медицине (Спасский). Феноменальна роль семьи Попова, которая оказала

влияние на биоэлектромагнитное направление науки на начальной стадии развития.

Список литературы

1. Изобретение радио А. С. Поповым : Сборник документов и материалов / Под ред. члена корреспондента Акад. наук СССР А. И. Берга. Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1945. 309 с.
2. Александр Степанович Попов. Сборник документов. К 50-летию изобретения радио. Архивный

отдел УНКВД по Ленинградской области. Под ред. члена корреспондента Акад. наук СССР М.А. Шателена. Л. Ленинградское газетно-журнальное и книжное изд-во, 1945. 256 с.

3. *Изобретение радио. А.С. Попов: Документы и материалы* / АН СССР. Ин-т истории естествознания и техники ; Под ред. акад. А.И. Берга. Москва: Наука, 1966. 284 с.

4. А.С. Попов. *О беспроводной телеграфии: Сборник статей, докладов, писем и других материалов* / Под ред. и со вступ. статьями, А.И. Берга. Москва: Физматгиз, 1959. 218 с.

5. Ижевский П.И. *О синусоидальных токах*. С. 358–363 в сборнике: Труды V Съезда Общества русских врачей в память Н.И. Пирогова, изданные Правлением V Съезда в С.-Петербурге: Т. 1. Санкт-Петербург, 1894. 899 с.

6. Алексеева В.А., Григорьев О.А., Меньщиков В.Ф. *Начальный период исследований биоэффектов электромагнитного поля в России и вклад томской научной школы*. Известия высших учебных заведений. ФИЗИКА № 1, 2015. УДК 537.8, 611.81, 93/94

7. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А. *Сотовая связь и здоровье. Электромагнитная обстановка. Радиобиологические и гигиенические проблемы*. Прогноз опасности. Москва, 2016, 574 с. Изд. 2-ое.

8. Алексеева В.А. С.И. *Костин и становление исследований биологических эффектов электромагнитного поля в Российской империи* // Вопросы истории естествознания и техники. 2019. С. 681–683.

9. Радовский М.И. *Александр Степанович Попов: К столетию со дня рождения*. Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР. 1959. 236 с.

10. Попова-Кьяндская Е.А. *К столетнему юбилею изобретателя радио А.С. Попова*. 1959.

11. Рыбкин П.Н. *50 лет во флоте (1894–1944). Воспоминания о совместной работе с изобретателем радио А.С. Поповым*. Глава седьмая. В гостях у Александра Степановича [Электронный ресурс]. <https://www.radist.pro/iskra2.htm>. ЦГА ВМФ. Фонд 13/64, опись 1, дело 89

12. Ижевский П.И. *К вопросу о влиянии переменного электромагнитного поля на организм*: Дис. на степ. д-ра мед. П.И. Ижевского / Из Клиники проф. В.Н. Сиротинина и Физ. каб. проф. Н.Г. Егорова. Санкт-Петербург: Сев. скоропеч., 1900. 128 с.

13. *Официальный сайт Н.Г. Андреевой, правнучки А.С. Попова* <http://www.pravnuchka.ru/zhena.html>

14. Спасский Н.С. *К вопросу о физиологическом действии токов высокого напряжения и большой частоты перерывов*. Дис. на степ. д-ра мед. Томск: Паровая типо-литография Макушина. 1900. 57 с.

15. Некрылов С.А. *Томский университет – первый научный центр в азиатской части России (середина 1870-х гг. – 1919 г.)*. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2011. Т. 2. 598 с.

16. Тюрина И.П. *Августа Степановна Попова-Капустина (1863–1941). Страницы жизни (из опыта*

систематизации) // Труды Томского областного краеведческого музея. Т. 16. Томск, 2010. С. 349–359. <http://elib.tomsk.ru/purl/1-4147/>

17. Борисова Н.А., Марченков В.К., Орлов В.В. и др. *История радиосвязи в экспозиции Центрального музея связи имени А.С. Попова: Каталог (фотоальбом)*. СПб: Центральный музей связи имени А.С. Попова, 2008. 188 с.

References

1. Berg A.I. *Izobretenie radio A. S. Popovym : Sbornik dokumentov i materialov*. Pod red. chlena korrespondenta Akad. nauk SSSR A.I. Berga. [The invention of radio by A.S. Popov: Collection of documents and materials. Ed. Corresponding Member of Acad. Sciences of the USSR A.I. Berg]. Izd-vo Akad. nauk SSSR [Publishing house Acad. Sciences of the USSR]. Moscow; Leningrad. 1945. 309 p.

2. Chatelain M.A. *Aleksandr Stepanovich Popov. Sbornik dokumentov. K 50-letiyu izobreteniya radio*. Arkhivnyy otdel UNKVD po Leningradskoy oblasti. Pod red. chlena korrespondenta Akad. nauk SSSR M.A. Shatelena. [Alexander Stepanovich Popov. Collection of documents. To the 50th anniversary of the invention of radio. Archive department of the NKVD in the Leningrad region. Ed. Corresponding Member of Acad. Sciences of the USSR M.A. Chatelain]. Leningradskoe gazetno-zhurnalnoe i knizhnoe izd-vo [Leningrad newspaper, magazine and book publishing house]. 1945. 256 p.

3. Berg A.I. *Izobretenie radio. A.S. Popov : Dokumenty i materialy* [The invention of the radio. A. Popov: Documents and materials]. AN SSSR. In-t istorii estestvoznaniya i tekhniki ; Pod red. akad. A. I. Berga [Academy of Sciences of the USSR. Institute of History of Natural Science and Technology; Ed. acad. A.I.Berga]. Moscow: Nauka, 1966. 284 p.

4. Berg A.I. *A.S. Popov. O besprovolochnoy telegrafii: Sbornik statey, dokladov, pisem i drugikh materialov* [A.S. Popov. About wireless telegraphy: Collection of articles, reports, letters and other materials] Pod red. i so vstup. statey, A. I. Berga [Ed. and with entry. article by A.I. Berg] Moscow, 1959. 218 p.

5. Izhevsky P.I. *O sinusoidalnykh tokakh* [About sinusoidal currents. from] Trudy V Sezda Obshchestva russkikh vrachey v pamyat N.I. Pirogova, izdannye Pravleniem V Sezda v S.-Peterburge [Proceedings of the V Congress of the Society of Russian Physicians in memory of N.I. Pirogov, published by the Board of the V Congress in St. Petersburg: Vol. 1. - St. Petersburg, 1894. Pi. 358–363.

6. Alekseeva V.A., Grigoriev O.A., Menshchikov V.F. *Nachalnyy period issledovaniy bioeffektov elektromagnitnogo polya v Rossii i vklad tomskoy nauchnoy shkoly* [The initial period of research on the bioeffects of the electromagnetic field in Russia and the contribution of the Tomsk scientific schools] Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. FIZIKA [Proceedings of higher educational institutions. PHYSICS] N. 1, 2015. Pp. 93–94.

7. Grigoriev Yu.G., Grigoriev O.A. *Sotovaya svyaz i zdorove. Elektromagnitnaya obstanovka*.

Radiobiologicheskie i gigienicheskie problemy. Prognoz opasnosti [Cellular and health. Electromagnetic environment. Radiobiological and hygienic problems. Hazard forecast]. Moscow, 2016, 574 p. Ed. 2nd.

8. Alekseeva V.A. S.I. *Kostin i stanovlenie issledovaniy biologicheskikh effektov elektromagnitnogo polya v Rossiyskoy imperii* [SI Kostin and the formation of research on the biological effects of the electromagnetic field in the Russian Empire]. *Voprosy istorii estestvoznaniya i tekhniki* [Problems of the history of natural science and technology]. 2019. Pp. 681–683.

9. Radovsky M.I. *Aleksandr Stepanovich Popov: K stoletiyu so dnya rozhdeniya* [Alexander Stepanovich Popov: On the centenary of his birth]. Moscow; Leningrad: Publishing house Acad. Sciences of the USSR. 1959. 236 p.

10. Popova-Kyandskaya E.A. *K stoletnemu yubileyu izobretatelya radio A.S. Popova* [To the centenary of the inventor of radio A.S. Popov]. 1959.

11. Rybkin P.N. *50 let vo flote (1894–1944). Vospominaniya o sovmestnoy rabote s izobretatelem radio A.S. Popovym*. Glava sedmaya. V gostyakh u Aleksandra Stepanovicha [50 years in the Navy (1894–1944). Memories of joint work with the inventor of radio A.S. Popov. Chapter seven. Visiting Alexander Stepanovich]. <https://www.radist.pro/iskra2.htm>.

12. Izhevsky P.I. *K voprosu o vliyaniy peremennogo elektromagnitnogo polya na organizm* [On the question of the influence of an alternating electromagnetic field on the body]: Dis. na step. d-ra med. P.I. Izhevskogo [Dis. to the step. Dr. med. P.I. Izhevskiy]. St. Petersburg: North. quick, 1900. 128 p.

13. Ofitsialnyy sayt N.G. *Andreevoy, pravnuhki A.S. Popova* [Official site of N.G. Andreeva, great-granddaughter of A.S. Popov] <http://www.prvnuchka.ru/zhen.html>

14. Spassky N.S. *K voprosu o fiziologicheskoy deystvii tokov vysokogo napryazheniya i bolshoy chastoty pereryvov* [On the question of the physiological effect of high voltage currents and high frequency of interruptions]. Dis. na step. d-ra med. Tomsk. [Dis. to the step. Dr. med. Tomsk]. Steam typographic lithograph of Makushin. 1900. 57 p.

15. Nekrylov S.A. *Tomskiy universitet – pervyy nauchnyy tsentr v aziatskoy chasti Rossii (seredina 1870-kh gg. – 1919 g.)* [Tomsk University is the first research center in the Asian part of Russia (mid-1870s – 1919)]. Tomsk: Publishing house of Vol. un-ta, 2011. Vol. 2. 598 p.

16. Tyurina I.P. *Avgusta Stepanovna Popova-Kapustina (1863–1941). Stranitsy zhizni (iz opyta sistematizatsii)* [Augusta Stepanovna Popova-Kapustina (1863–1941). Pages of life (from the experience of systematization)]. Trudy Tomskogo oblastnogo kraevedcheskogo muzeya [Proceedings of the Tomsk Regional Museum of Local Lore]. Vol. 16. Tomsk, 2010. Pp. 349–359.

17. Borisova N.A., Marchenkov V.K., Orlov V.V. *Istoriya radiosvyazi v ekspozitsii Tsentralnogo muzeya svyazi imeni A.S. Popova: Katalog (fotoalbum)* [The history of radio communications in the exposition of the Central Museum of Communications named after A.S. Popov: Catalog (photo album)]. *Tsentralnyy muzey svyazi imeni A.S. Popova* [Central Museum of Communications named after A.S. Popov], 2008. 188 p.



Информация об авторах

Алексеева Виктория Александровна, директор

АНО «Национальный научно-исследовательский центр безопасности новых технологий»

109028, Москва, Российская Федерация, ул. Яузская, д. 1/15, стр. 1

Зубарев Юрий Борисович, доктор техн. наук, профессор, член-корреспондент РАН, лауреат Государственной премии, дважды Лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, советник ген. директора

ЗАО «МНИТИ». 105094, Москва, Российская Федерация, Гольяновская ул., 7-а, строение 1

Григорьев Олег Александрович, доктор биологических наук, директор по науке, Лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники

АНО «Национальный научно-исследовательский центр безопасности новых технологий»

109028, Москва, Российская Федерация, ул. Яузская, д. 1/15, стр. 1

Information about authors

Alekseeva Victoria Alexandrovna, Director

ANO «National Research Centre for Safety of New Technology»

109028, Moscow, Russian Federation, st. Yauza, 1/15-1

Zubarev Yuri Borisovich, Doctor of Tech. Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Laureate of the State Prize, twice Laureate of the Prize of the Government of the Russian Federation in the Field of Science and Technology, Advisor to the General. Director

CJSC "MNITI". 109028, Moscow, Russian Federation, Golyanovskaya st., 7-a, building 1

Grogoriev Oleg Alexandrovich, Dr.Sc. (Radiobiology), Ph.D. (Radiobiology & Hygiene of Non-Ionizing Radiation), Director R&D, Laureate of the Prize of the Government of the Russian Federation in the Field of Science and Technology

ANO «National Research Centre for Safety of New Technology»

109028, Moscow, Russian Federation, st. Yauza, 1/15-1