

# И

**В.А. Алексеева**

директор

**О.А. Григорьев**

доктор биологических наук, директор по науке

АНО «Национальный

научно-исследовательский центр

безопасности новых технологий»

**Д.Б. Комаров**

младший научный сотрудник

ООО «Центр электромагнитной

безопасности»

Москва, Российская Федерация

## НАУЧНО-ИСТОРИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ПЕРВОГО В РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО РАЗДРАЖЕНИЮ НЕРВА «ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ НА РАССТОЯНИИ»

Представлены результаты научно-исторической реконструкции первого эксперимента по исследованию биологических эффектов электромагнитного поля в Российской Империи. Оригинальная работа была выполнена профессором В.Я. Данилевским и приват-доцентом С.И. Костиным в 1887–1889 годах и с тех пор не повторялась, хотя результаты их работы стали фундаментом для формирования теории биоэффектов электромагнетизма. Проведен анализ схемы оригинального источника электромагнитного поля XIX века и качественно воспроизведены условия облучения изолированного нервно-мышечного препарат лягушки. Наши данные качественно и количественно соответствуют результатам ряда опытов Данилевского и Костина. Следовательно, мы адекватно понимаем содержание первых научных работ, выполненных сто двадцать лет назад. Подтверждена научная гипотеза о единстве физиологического механизма действия «электричества» и «электричества на расстоянии» в условиях опыта Данилевского и Костина.

**Ключевые слова:** научно-историческая реконструкция, электромагнитное поле, эксперимент, биологический эффект, нервно-мышечный препарат, электричество, В.Я. Данилевский, С.И. Костин, Российская Империя, наука, приоритет.

**V.A. Alekseeva**

Director

**O.A. Grigorev**

Doctor of Biological Sciences, Director of Science

ANO «National Research Centre

for Safety of New Technology»

**D.B. Komarov**

Junior Researcher

Center for Electromagnetic Safety LLC

Moscow, Russian Federation

## SCIENTIFIC AND HISTORICAL RECONSTRUCTION OF THE FIRST EXPERIMENT IN THE RUSSIAN EMPIRE BY NERVE IRRITATION "ELECTRICITY ON DISTANCE"

The results of the scientific-historical reconstruction of the first experiment for research of the biological effects of the electromagnetic field in the Russian Empire are presented. The original research was made by Professor V.Ya. Danilevsky and Associate Professor S.I. Kostin in 1887–1889 and has not been replicated since then, although the results of their research became the foundation for the theory of bio-effects of electromagnetism. The electrical scheme of the original source of the electromagnetic field of the 19<sup>th</sup> century was analyzed and the exposure conditions were reproduced for the isolated neuromuscular preparation of the frogs. Our data qualitatively and quantitatively correspond to the results of the general experiments by Prof. Danilevsky and Dr. Kostin. Consequently, we are correctly understand the protocol and results of the first experimental research of bio-effects of electromagnetism. The scientific hypothesis about the unity of the physiological mechanism of the action of "electricity" and "electricity at a distance" in the conditions of the experiment of Prof. Danilevsky and Dr. Kostin is confirmed.

**Keywords:** scientific reconstruction, electromagnetic field, experimental, biological effect, neuromuscular preparation, electricity, Danilevsky, Kostin, Russian Empire, science, priority.

Работы профессора В.Я. Данилевского и его ученика приват-доцента С.И. Костина по возбуждению нервно-мышечного препарата «электричеством на расстоянии» или электромагнитным полем в конце XIX века были во многом пионерскими как в Российской Империи, так в мире [1–3].

Фактически они связали десятилетия исследований непосредственного действия электричества на нерв и новый на тот момент физический фактор – переменное электрическое поле. Научные идеи Данилевского/Костина, включая эффект прямой рецепции нервной тканью электромагнитного поля, изменение реактивности нерва, а также эффект последствия после электромагнитного облучения, развивались последующее столетие, были подтверждены в различных условиях облучения вплоть до электромагнитного поля сотовых телефонов. Однако опыт, ключевой для построения теории профессора В.Я. Данилевского, никогда не воспроизводился после завершения его работы.

В условиях дискуссии о правильности подхода к гигиенической оценке электромагнитных полей, ведущейся в ВОЗ, утверждение приоритетов научной школы, идущей от работ В.Я. Данилевского, крайне актуально. В том числе решению этой задачи служит настоящая работа.

Детальное обсуждение условий возбуждения «электричеством на расстоянии» изолированного нервно-мышечного препарата проведено в работах В.Я. Данилевского, которым придавали фундаментальное значение вплоть до середины 1970-х годов [1, 4–6]. Это была сравнительно простая и наглядная модель раздражения нерва, которая надежно опиралась на экспериментальный опыт классиков российской науки – от И.М. Сеченова до И.П. Павлова и В.М. Бехтерева. Однако сам В.Я. Данилевский признавал ее ограниченность при экстраполяции на целый организм, поскольку, по его словам, возникновение «побочных дуг» может фактически шунтировать возбуждение и не позволять проявляться тоническим сокращениям мышцы в общем случае, а достигается только в специально организованных условиях.

Как писал академик И.Д. Ковальченко, в любом научном объяснении используются знания двух видов. Это источниковое исследование – знание об объективной реальности, которое получено на эмпирической стадии ее изучения и выражается в ее описании. И «внеисточниковые» знания представляющие собой совокупность всех тех знаний, которыми обладает исследователь помимо того, что он извлекает из источника. «...Без знаний второго рода невозможно научно объяснить и понять объект познания...» [7].

Частью «внеисточникового» знания является научно-исторический эксперимент [8].

Научно-исторический эксперимент или реконструкция, как метод исторического исследования, используется в археологических исследованиях, при создании исторических художественных реплик, в учебно-воспитательном процессе в качестве метода обучения истории и т.д. [9–11]. Например, фактически в ходе процесса обучения курса физики или химии в средней школе лабораторные опыты представляют собой реконструкцию ключевых экспериментов, выполнявшихся первооткрывателями. Важное в методологии реконструкции – историческое соответствие воссоздаваемого события действительности [7, 12, 13].

Поскольку мы имеем собственный экспериментальный опыт медико-биологических исследований и испытаний источников импульсного тока и электромагнитного поля, в ходе проведения научно-исторического анализа работ Данилевского/Костина, как основополагающих для последующего развития радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений, мы поставили задачу качественно повторить их опыт, в том числе и для лучшего понимания логики научного мышления авторов цитируемых работ вековой давности. Работа была полностью выполнена в 2016–2017 гг., в инициативном порядке.

### **Реконструкция параметров установки Данилевского/Костина**

Детально характеристика опытов дана в диссертации Костина (1898), которая, как было установлено, является первой в нашей стране

квалификационной работой полностью посвященной физиологическим эффектам переменного электрического поля [2]. На рисунке 1 (А, Б) приведены принципиальные схемы установки по созданию переменного электрического поля из диссертации С.И. Костина. Установка состояла из следующих элементов:

1. *Источник переменного электромагнитного поля:* индукционный аппарат Румкорфа **RmK**, включающий индукционную катушку, снабженную железным сердечником и конденсатором Физо; ртутный ключ для одиночных перерывов тока в цепи первичной спирали **HK**; батарея аккумуляторов, электрод-возбудитель **EI**; спираль замыкающая вторичную цепь **Sp**.

2. *Объект воздействия:* нервно-мышечный препарат лягушки **PNM**, состоящий из икроножной мышцы **M** с седалищным нервом **N** и куском поясничной части позвоночника **P**;

3. *Аппаратура для безартефактной записи физиологических показателей* в условиях действия электромагнитного поля: специально разработанный миограф и кимограф **B**.

Проанализировав описание схемы экспериментальной установки Данилевского/Костина, мы пришли к заключению, что для генерации электромагнитного поля (ЭМП) авторы использовали LC-контур с затухающими колебаниями при одиночных размыканиях или апериодическими при повторяющихся.

Непосредственно источники поля подключались к борнам вторичной обмотки катушки

Румкорфа, при этом в качестве антенны для облучения нервно-мышечного препарата «электричеством на расстоянии» Костиным были использованы: во-первых, квадратная цинковая пластина в двух вариантах – заземленного второго борна катушки Румкорфа либо с подключенной симметрично второй пластиной, во-вторых, проводник линейный или спиральный, замыкающий вторичную обмотку катушки Румкорфа.

Очевидно, что использование пластин представляет собой конденсаторную схему, впоследствии очень активно использовавшуюся при исследованиях эффектов дециметрового диапазона. Линейный проводник оказался неэффективным в опытах Костина, но спиральный дал очень четкие результаты при параллельном размещении нервно-мышечного препарата (НМП). Сергей Иванович Костин достаточно четко представлял, что «конденсаторная» схема дает возможность работать с переменным электрическим полем, а вот «спиральный» источник имеет как переменную электрическую, так и магнитную составляющую.

Разработанные нами по описаниям Костина обобщенные принципиальные электрические схемы замещения этих опытов представлены на рисунке 2 (А, Б, В). Схемы учитывают основные значимые элементы – источник постоянного тока, ключ «на размыкание», катушку Румкорфа; все это было «базовыми» элементами установки. К вторичной обмотке

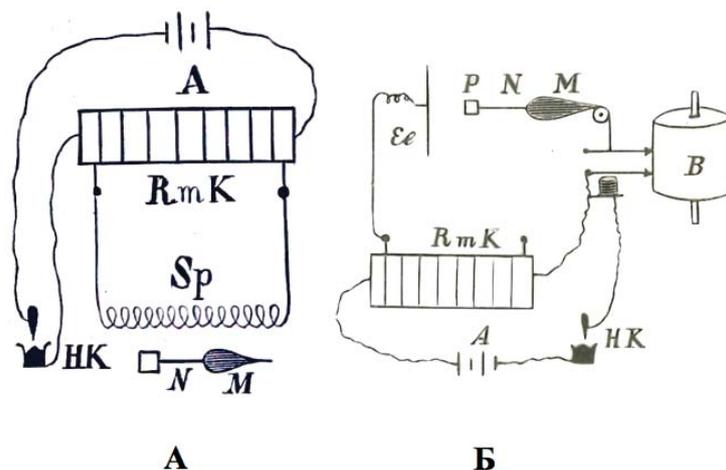


Рис. 1. Принципиальные схемы установки Данилевского/Костина

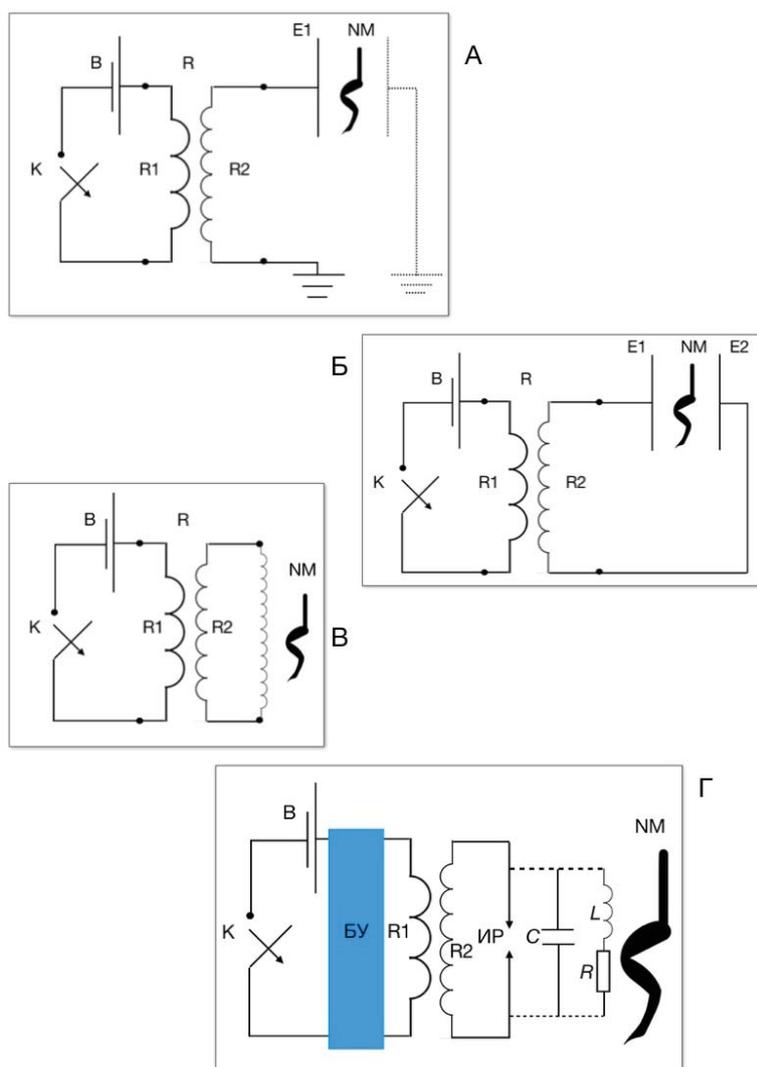


Рис. 2. Упрощенные принципиальные электрические схемы замещения установок для раздражения «электричеством на расстоянии» изолированного нервно-мышечного препарата

подключали переменные элементы, обеспечивающие вариативность условий облучения препарата.

Согласно данным, приводимым в работах Данилевского (1900), эта установка работала с частотой от 200 Гц до 2 кГц, напряжение «высокое», но точное значение неизвестно, а ток в первичной цепи был различным, что определялось, по видимому, возможностями аккумуляторных батарей. Наиболее «тяжелую» характеристику работы установки Костин описывает как «ток в первичной обмотке до 5 Ампер». Тем не менее, из приводимых материалов Данилевским/Костиным трудно точнее определить условия облучения, так как использовались различные

конфигурации фидеров (длина проволок от катушки Румкорфа до пластин могла достигать 6 метров), в то же время расстояние от «излучателя» могло варьироваться от нескольких миллиметров до метров. Именно поэтому мы подошли к задаче как «воспроизведение качественных показателей», а именно необходимо удовлетворять следующим основным условиям: нервно-мышечный препарат лягушки, приготовленный «по Данилевскому», располагается электрически изолированно, частота источника электромагнитного поля 0,2–2 кГц, воздействие однократное, расстояние от «излучателя» до нерва препарата соответствует линейным размерам излучающего элемента.

Анализ собственных технических возможностей показал, что в качестве замещающего источника «электричества на расстоянии» мы можем использовать электрошоковое устройство (ЭШУ) типа «Парализатор». Упрощенно электрическая схема замещения ЭШУ приведена на рисунке 2Г и соответствует конфигурации «базовой» установки Костина, как это хорошо видно при их сопоставлении. Это изделие создает аperiodические импульсы электрического тока с частотой 250–300 Гц, при амплитуде напряжения на срезающем разряднике около 100 кВ (согласно протоколу испытаний № 256-09 от 27.11.2009 г., проведенных Испытательным центром специальных материалов и изделий ЗАО «НПО Специальных Материалов», аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.22С 308).

ЭШУ имеет внешние конические электроды с расстоянием 40 мм. При бесконтактном включении ЭШУ между электродами возникает искровой разряд, загорается электрическая дуга, которая стабильна за время работы до 3х секунд. Как известно, искровой электрический разряд (электрическая дуга) являются источниками электромагнитного поля [14, 15]. Его электрическая схема в общем случае соответствует LR-цепи, но может быть представлена LRC-цепью, что в данном случае имеет условное значение, поскольку главное заключается в том, что дуга имеет фактически линейное расположение и конфигурация силовых линий электромагнитного поля, по видимому, не принципиально отличается от варианта «короткозамкнутая спиралью вторичная обмотка катушка Румкорфа».

Исходя из протокольных характеристик ЭШУ, основная гармоника электромагнитного поля искрового разряда, соответствующая частоте протекающего тока, отвечает ранее сформулированным условиям воспроизведения условий опыта Данилевского/Костина. Линейные размеры «излучателя» ограничили нас расстоянием до нервно-мышечного препарата равным 4 см, а это означает, что мы, по всей видимости, располагаем его в ближней - индуктивной – зоне излучателя, точную характеристику электромагнитного поля в которой дать крайне сложно. Максимальный эффект

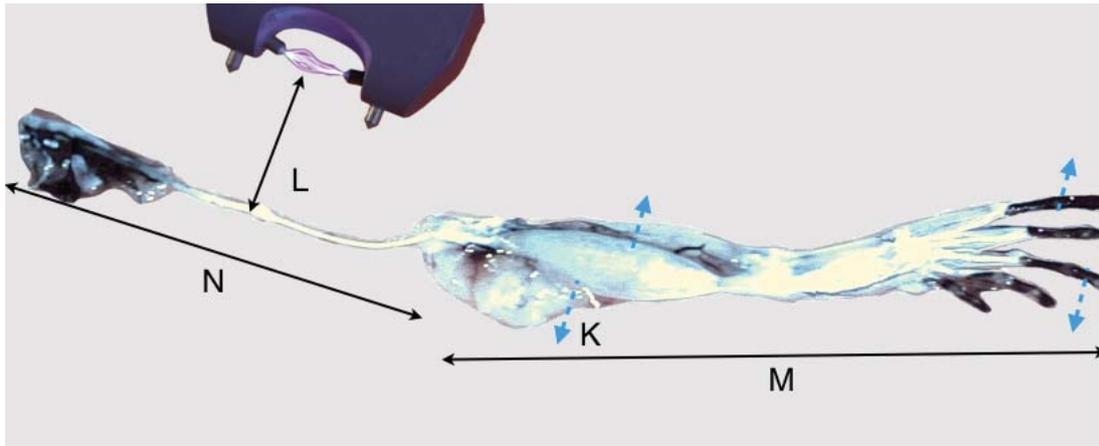
Костин получил при излучателе-спиралью длиной 105 см на расстоянии до НМП равном 5 см (в опыте № 23). Вместе с тем, как писал Костин в диссертации на странице 54, при переходе к «замкнутому» Румкорфу «сильно выражены магнитные свойства, наравне с электрическими, а направление силовых линий иное, чем в поле разомкнутых проводников», поэтому некоторые современные ему авторы терпели неудачу при «возбуждении нерва» из-за того, что не могли обеспечить подходящие технические параметры установки.

В опытах Данилевского/Костина использовались «спирали» различные по длине, все они давали результат различной выраженности, но линейные размеры их «излучателя» в этом случае всегда превышали линейные размеры препарата и расстояние до препарата было в разы меньше длины «антенн», так что препарат исследователей гарантировано находился в условиях ближней зоны. В условиях многовариантности установки облучения Данилевского/Костина, схема замещения на рисунке 2В наиболее близка по условиям и техническим возможностям установке на рисунке 2Г с использованием в качестве источника электромагнитного поля электрической дуги искрового разряда электрошокового устройства типа «Парализатор».

### Методика собственного опыта

Нервно-мышечный препарат лягушки размещали на парафиновой подложке электрически изолированно. Препарат изготавливали следуя описанию В.Я. Данилевского: он состоял из одной задней ножки лягушки включая голень со стопой, бедренную кость и полностью седалищный нерв с куском позвоночника [1, 16]. Изображение препарата на подложке приведено на рисунке 3 (фотография нашего эксперимента).

Таким образом, в совокупности, мы качественно воспроизводили условия опытов Данилевского/Костина «с замкнутой спиралью вторичной цепью аппарата Румкорфа». Недостаток оснащения нашего эксперимента – отсутствие возможности записать непосредственно миограмму – мы постарались



*L* - расстояние по перпендикуляру между осью электрического разряда и нервом препарата  
*N* - нерв, часть нервно-мышечного препарата лягушки  
*M* - мышца, часть нервно-мышечного препарата лягушки  
*K* - направления смещения треков границ объекта при сокращении мышцы во время судороги (сокращения)

*Рис. 3. Изолированный нервно-мышечный препарат лягушки на парафиновой подложке*

компенсировать видеозапись с последующей обработкой. Учитывая, что эксперимент фактически может быть отнесен к «поисковым», когда сам результат неочевиден при его подготовке, исходя из нашего опыта, видеозапись обеспечивает в современных условиях достаточное качество данных. Тем более, что при записи в условиях электромагнитного поля необходимо обеспечить безартефактность, как это показал Костин, но будет справедливым сказать, что реальная безартефактность в условиях действия ЭМП была обеспечена в нашей лаборатории в последний раз в 1998 году, при первых исследованиях биоэффектов ЭМП сотовых телефонов [17].

Расстояние от источника до препарата варьировали от 4–5 см до 10 см (в различных опытах), взаимное расположение препарата и источника приведено на рисунках 4–6. Повторяли опыты по диссертации Костина с взаимным расположением источника ЭМП и препарата, при этом использовано три варианта: ось электрической дуги разряда располагалась перпендикулярно, затем параллельно оси нерва при линейном расположении НМП, а в третьем варианте мышечная часть была развернута на 90 градусов относительно нерва.

Осуществлялось однократное включение источника на 1–3 с для каждого препарата. Для

протокола учитывалось только первое воздействие. Повторное действие осуществлялось после окончания клонических судорог, в протоколе не учитывали. Наблюдение за реакцией осуществлялось визуально, с одновременной видеозаписью и последующей ее обработкой.

Программа эксперимента по научно-исторической реконструкции опыта Данилевского/Костина 1897 года по раздражению двигательного нерва «электричеством на расстоянии» была следующая:

1. Подготовка препарата;
2. Размещение на подложке и установка источника электромагнитного поля;
3. Воздействие 1–3 секунды, видеозапись;
4. Утилизация препарата;
5. Обработка результатов, подготовка сводной таблицы по визуальным реакциям согласно данным видеотрекинга.

Во время воздействия мы наблюдали выраженную реакцию нервно-мышечного препарата, отражающуюся в сокращениях мускулов. В ряде случаев было зафиксировано явление «последствия», когда нервно-мышечный препарат продолжает сокращаться после выключения источника воздействия в течении 20 секунд. Сокращения фиксировались по видеозаписи с помощью трекинга. Пример результата обработки количества сокращений представлен

Таблица 1. Качественные результаты опытов в различных конфигурациях расположения «излучателя» и нервно-мышечного препарата

Вариант расположения	Реакция в момент воздействия	Последствие	Номер опыта «по Костину»
излучатель поперек проекции нерва, НМП линейно	нет	нет	28, 29, 30, 32
излучатель вдоль проекции нерва, НМП линейно	есть, выраженная тоническая	есть, тоническое с переходом в клоническое с постепенным увеличением интервала между сокращениями	23, 29, 30, 32
излучатель вдоль проекции нерва, НМП: мышечная часть под углом 90 к нерву	есть, только в момент воздействия, тоническая	нет	28

на гистограмме рисунок 7. По оси абсцисс отмечено время в секундах, по оси ординат количество сокращений в 1 секунду.

Как следует из гистограммы, в первые 5 секунд после воздействия нервно-мышечный препарат сокращался часто и ритмично, затем последовало затухание сокращений переходящее в покой. Нервно-мышечный препарат в течении 9 секунд не сокращался и последнее зафиксированное сокращение было на 20 секунде после окончания действия «электричества на расстоянии».

В таблице 1 представлены сводные данные результатов наблюдений, полученных во всех конфигурациях воздействия «электричества на расстоянии» на изолированный нервно-мышечный препарат лягушки.

### Обсуждение и анализ собственных результатов

Из приведенных данных очевидно, что именно нерв воспринимает и является наиболее чувствительным участком НМП к действию «электричества на расстоянии».

Сравнение данных нашего эксперимента и Данилевского/Костина показывает, что нами

получены качественно тождественные результаты (в нумерации диссертации Костина это опыты № 23, 28, 29, 30, 32).

Как писал С.И. Костин на стр. 60–61 (опыт 28), если нервно-мышечный препарат параллелен оси спирали, то мускул сокращается весьма сильно, тетанически. «Благоприятное расположение; если нервно-мышечный препарат образует угол в 90 гр с осью спирали, то сокращения исчезают вовсе; если, оставить нерв параллельно оси спирали, повернуть на некоторый угол (до 90 гр и более) один мускул, то сокращения возобновляются».

Именно такие результаты были нами получены и отражены в таблице 1.

Общий вывод, качественное совпадение результатов показывает, что данные Данилевского/Костина подтверждаются. Разница между эффектами при линейном и «поворотном» расположении мышечной части, а именно отсутствие последствие, подтверждает вывод Данилевского о «побочных дугах» шунтирующих нерв.

Мы наблюдали, что «поведение» нервно-мышечного препарата лягушки соотносится с контактным воздействием импульсного электрического тока от данного источника на

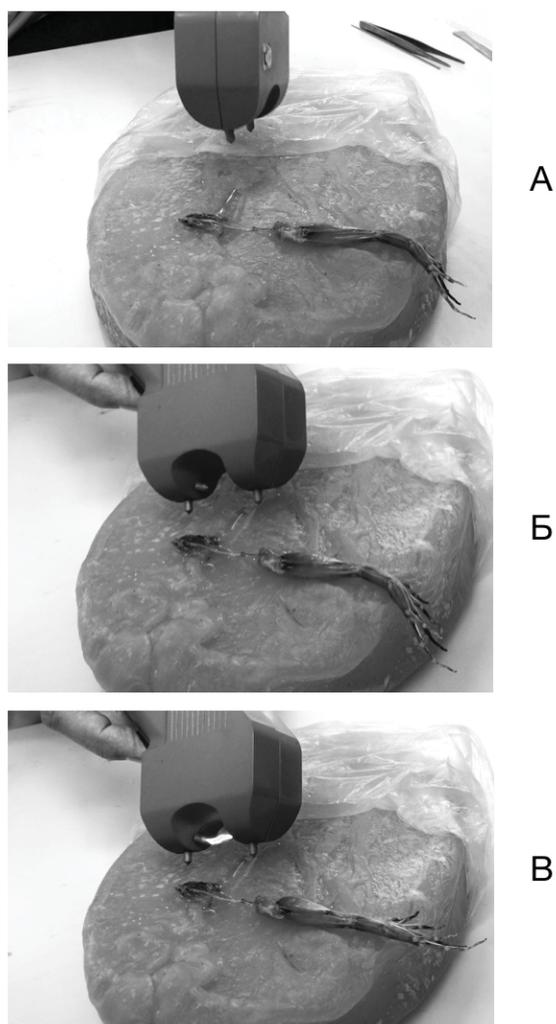


Рис. 4. Примеры расположения и воздействия. А – излучатель поперек проекции нерва, нервно-мышечный препарат – линейно; Б – излучатель вдоль проекции нерва, НМП линейно, разряда нет; В – излучатель вдоль проекции нерва, НМП линейно, разряд есть, смещение лапки относительно положения Б

тепнокровного (кролик породы «Шиншилла», весом 2,5–3,0 кг). Ранее, в ходе плановых научно-исследовательских работ, мы проводили медико-биологические исследования и испытания ЭШУ «Парализатор», при этом в качестве экспериментального животного был использован кролик, воздействие осуществлялось контактно, в область шеи или грудной клетки. Результаты оформлены протоколно и данные в значительной мере были опубликованы. Во время воздействия электрических разрядов ЭШУ «Парализатор» у животных имели место тонические судороги высокой интенсивности, в основном, мышц спины, шеи и конечностей.

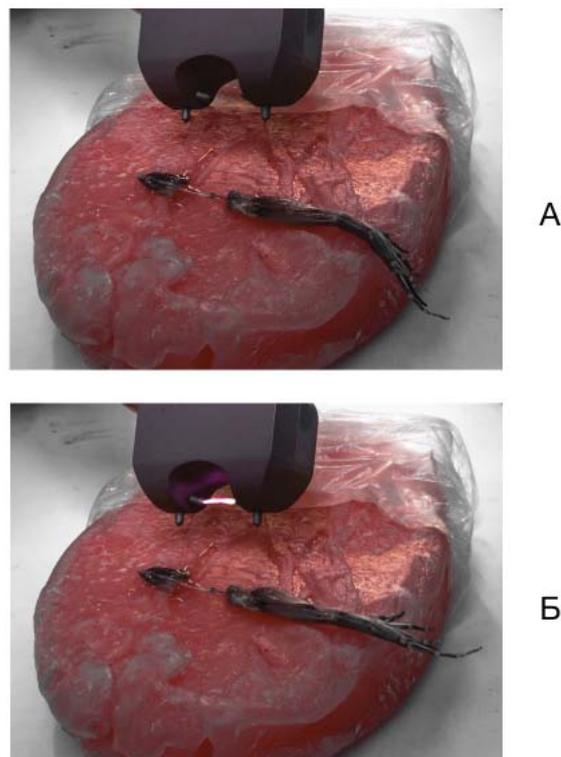
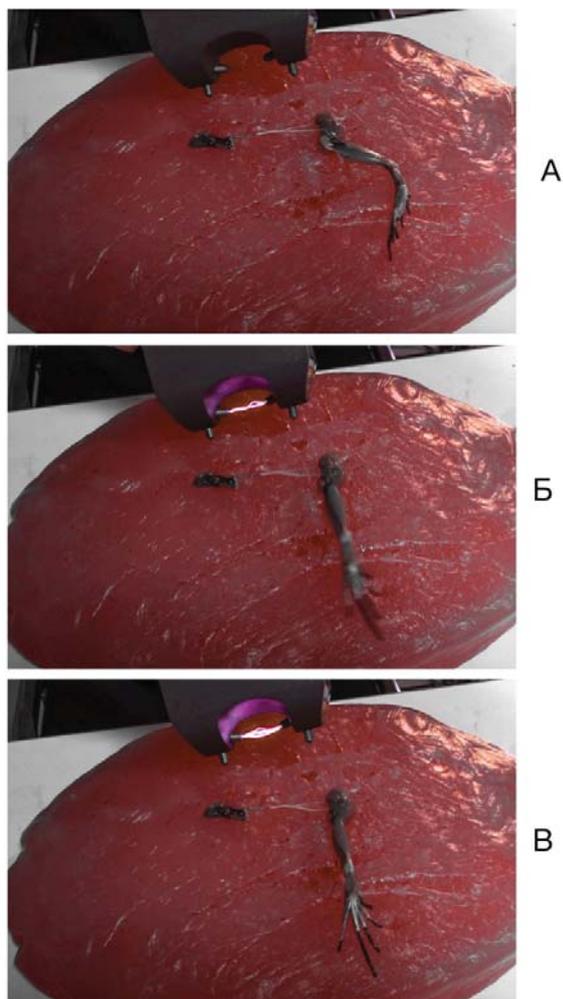


Рис. 5. Пример расположения и воздействия. А – излучатель вдоль проекции нерва, НМП линейно, разряда нет; Б – излучатель вдоль проекции нерва, НМП линейно, разряд есть, смещение лапки относительно положения Б

После отключения импульсного тока у животных наблюдалось выраженное последствие в виде генерализованных тонических судорог с переходом в клонические до 20 секунд [18, 19]. Этот факт, на наш взгляд, прекрасно иллюстрирует положение теории Данилевского/Костина, о том что надо полагать единый физиологический механизм действия при переходе от «электричества» к «электричеству на расстоянии» и к переменному «электрическому полю».

Поскольку мы не предполагали количественных исследований, достижения статистической достоверности, определения параметров



А

Б

В

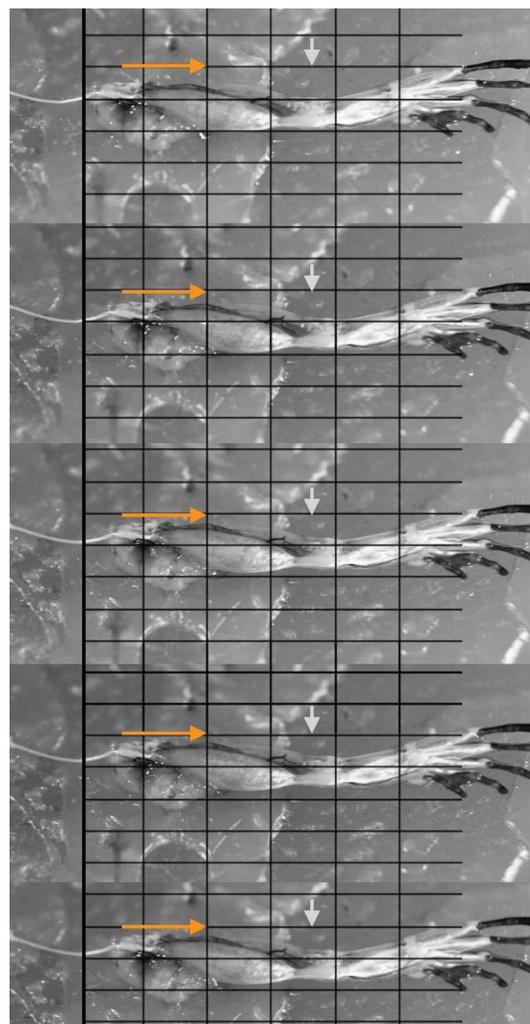


Рис. 7а. Смещение препарата во время последствия, пример развертки видеозаписи

Рис. 6. Примеры расположения и воздействия.  
 А – излучатель вдоль проекции нерва, мышечная часть под углом 90 градусов к нерву, разряда нет;  
 Б – разряд, смещение мышечной части, в движении;  
 В – разряд, смещение мышечной части, тоническая судорога

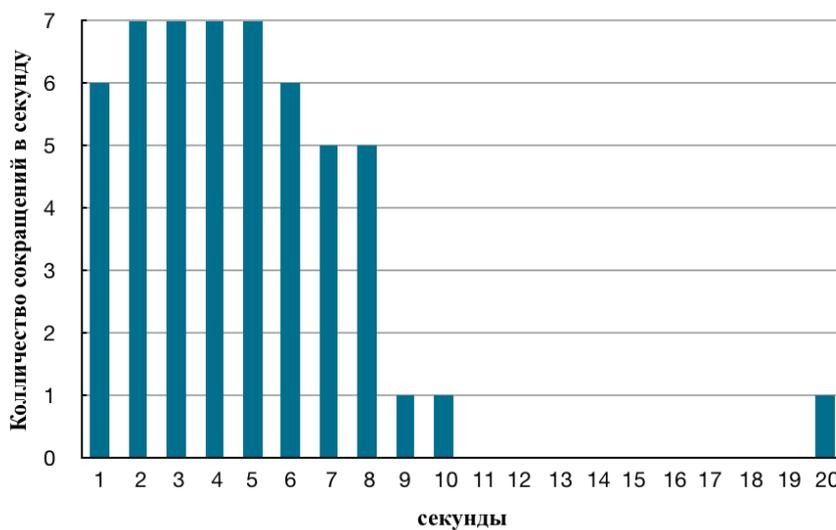


Рис. 7б. Гистограмма распределения сокращений НМП в период «последствия», расположение препарата и источника линейное

максимальной выраженности реакции и так далее, что можно было бы провести в условиях полноценного эксперимента, а ставили задачу качественно определить воспроизводимость опыта Данилевского/Костина в современных условиях, максимально соблюдая важнейшие условия исторического эксперимента, считаем задачу выполненной.

Опыты Данилевского/Костина могли бы стать классическими в программе изучения действия физических факторов неионизирующей природы, однако в нашей стране никогда не было профильного учебного курса. Возможно поэтому работы первых отечественных исследователей биологических эффектов электромагнитного поля не воспроизводились со времени их описания в монографии Данилевского (1900), хотя сам автор, как основоположник, упоминался до середины 70-х годов.

### Заключение. Выводы

Исходя из доступных данных публикаций профессора В.Я. Данилевского и приват-доцента С.И. Костина по пионерским исследованиям физиологического действия переменного электрического тока, или «электричества на расстоянии», проведенным в последнее десятилетие XIX века, мы выбрали наиболее близкий источник и обеспечили воспроизведение качественных параметров воздействия на изолированный нервно-мышечный препарат лягушки.

В ходе собственного опыта, при однократном воздействии электромагнитным полем на изолированный нервно-мышечный препарат, наблюдали его раздражение, проявляющееся в сокращении мышцы, выраженное в тонико/клонические судорогах. Кроме того, наблюдали эффект последействия, выраженный в затухающих тонико-клонических судорогах в период до 20 секунд после воздействия. Полученные результаты полностью соответствуют результатам Данилевского и Костина при соответствующих конфигурациях установки для воздействия и расположения препарата.

Сравнивая с собственными данными о контактном действии импульсного тока от этого же источника, наблюдали сходство

физиологической реакции, что иллюстрирует тезис наших коллег, выполнивших эти опыты 120 лет назад, о единстве физиологического механизма действия «электричества» и «электричества на расстоянии».

Таким образом, мы качественно воспроизвели и осуществили научно-историческую реконструкцию одного из наиболее ярких и наглядных опытов профессора В.Я. Данилевского и приват-доцента С.И. Костина, первых исследователей биологических эффектов электромагнитного поля в Российской Империи.

### Список литературы

1. Данилевский В.Я. Исследования над физиологическим действием электричества на расстоянии: 1. Электрическое раздражение нервов // *Зап. Харьковский унив.*, кн. 1, прилож., стр. 1-96; кн. 2, прилож., стр. 97-208; кн. 3, стр. 209-281. То же отдельным изд. Харьков. 1900. 280 с.
2. Костин С.И. *К учению о физиологическом действии электрического поля на двигательный нерв*: Дисс. на степ. д-ра мед. С.И. Костина / Из Физио. лаб. Харьк. ун-та. Харьков. тип. «Печ. дело», 1898. 76 с.
3. Алексеева В.А. Сергей Костин и первая российская диссертация по биоэффектам переменного электрического поля – к 120-летию защиты // *Тезисы доклада на совместном семинаре РНКЗНИ и Научного совета РАН по радиобиологии*. Москва. 16 мая 2018. С. 4 [<https://www.radbio.ru>]
4. Данилевский В.Я. *Исследования над физиологическим действием электричества на расстоянии*. Часть 2. Дальнейшие опыты по нейро-электрокинезис. Харьков: паровая тип. и лит. М.Ф. Зильберберг, 1901. 158 с.
5. Данилевский В.Я., Воробьев А.Н. О действии электрических токов высокой частоты на нервы на расстоянии // *«Врачебное дело» Науч. мед. журн.*, отд. отд. из № 23–24, Харьков: 1927. С. 1837–1850.
6. Danilewsky V. *Tiber die Fernwirkung elektrischer Hochfrequenzströme auf die Nerven*. Arch. f. ges. Physiol., Bd. CCXXXVI, N. 4–6 Pp. 440–451. 1935.
7. Ковальченко И.Д. *Методы исторического исследования*. М., 1997. С. 248.
8. Боровкова О.В. Проблема опыта в исторической науке // *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2015, № 2 (62), Т. 4. С. 189–192.
9. Коробейников А.В. *Историческая реконструкция по данным археологии*. Ижевск: Изд-во, 2005. 180 с.
10. Лабахуа Е.М. Экспозиция художественной выставки как способ воспитания и художественного образования, на примере выставок в Республике Абхазия // *Наука и школа*. 2013. С. 106–108.
11. Карпенюк Е.В. *Историческая реконструкция как метод реализации ФГОС*. Выпускная квалификационная работа. КГПУ им. В.П. Астафьева. Красноярск. С. 12. 2015.

12. Боярский П.В. *Исторический эксперимент: теория, методология, практика*: Сб. науч. тр. Отв. ред. П.В. Боярский. М: НИИК, 1991. 140 с.

13. Cichon D. J., W. Wiesbeck *The Heinrich Hertz wireless experiments at Karlsruhe in the view of modern communication*. Proceedings of the 1995 International Conference on 100 Years of Radio. 6 p.

14. Герц Г. *О весьма быстрых электрических колебаниях*. В книге 50 лет волн Герца. Издательство Академии Наук СССР. Москва-Ленинград, 1938. С. 156.

15. Авруцкий В.А., Кузечкин И.П., Чернов Е.Н. *Испытательные и электрофизические установки. Техника эксперимента*. М.: МЭИ, 1983.

16. Данилевский А.Я. *Исследования над спинным и головным мозгом лягушки и частью высших животных*. М.: Издательство ЛКИ, 2010. 144 с.

17. Григорьев Ю.Г., Лукьянова С.Н., Григорьев О.А. и др. *Реакция человека на электромагнитное излучение сотового телефона*. В сб. Международное совещание, ЭМП: «Биологическое действие и гигиеническое нормирование. Женева. 1999. С. 525–536.

18. Коклин А.Е., Григорьев О.А., Лукьянова С.Н., Андрианова Т.К., Алексеева В.А. Зависимость реакции кролика от частоты повторения импульса и экспозиции электротока в эксперименте // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2013. Т. 3. № 4. С. 839–843.

19. Григорьев О.А., Коклин А.Е., Лукьянова С.Н., Алексеева В.А. Биологические эффекты импульсного электротока по данным лабораторных испытаний электрошоковых устройств // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2013. Т. 3. № 4. С. 828–830.

### References

1. Danilevskiy V.Ya. Issledovaniya nad fiziologicheskim deystviem elektrichestva na rasstoyanii: 1. Elektricheskoe razdrzhenie nervov [Research on the physiological effect of electricity at a distance: 1. Electrical nerve irritation]. *Zapiski Kharkovskogo universiteta* [Notes of Kharkov University]. Vol. 1–3. 1900. 280 p.

2. Kostin S.I. *K ucheniyu o fiziologicheskom deystvii elektricheskogo polya na dvigatelnyy nerv* [To the doctrine of the physiological effect of the electric field on the motor nerve]. Dissertatsiya na stepen d-ra med. S.I. Kostina [Thesis for the degree of Dr. med. S.I. Kostina]. Kharkov 1898. 76 p.

3. Alekseeva V.A. Sergey Kostin i pervaya rossiyskaya dissertatsiya po bioeffektam peremennogo elektricheskogo polya – k 120-letiyu zashchity. [Sergey Kostin and the first Russian dissertation on the bioeffects of an alternating electric field – to the 120th anniversary of protection]. *Tezisy doklada na sovmestnom seminare RNKZNI i Nauchnogo soveta RAN po radiobiologii. Moskva. 16 maya 2018* [Abstracts presented at a joint seminar of the Russian Research Center for Scientific and Technical Studies and the Scientific Council of the Russian Academy of Sciences on Radiobiology Moscow. May 16, 2018] P. 4.

4. Danilevskiy V.Ya. *Issledovaniya nad fiziologicheskim deystviem elektrichestva na rasstoyanii*. Chast 2. Dalneyshie opyty po neyro-elektrokinezis [Studies on the physiological

effects of electricity at a distance. Part 2. Further experiments on neuro-electrokinesis] Kharkov. 1901. 158 p.

5. Danilevskiy V.Ya., Vorobev A.N. O deystvii elektricheskikh tokov vysokoy chastoty na nervy na rasstoyanii [The effect of high frequency electrical currents on the nerves at a distance]. *Vrachebnoe delo* [Medical case]. № 23–24, Kharkov. 1927. Pp. 1837–1850.

6. Danilevskiy V. *Tiber die Fernwirkung elektrischer Hochfrequenzstrome auf die Nerven*. Arch. f. ges. Physiol., Bd. CCXXXVI, H. 4–6 Pp. 440–451. 1935.

7. Kovalchenko I.D. *Metody istoricheskogo issledovaniya* [Methods of historical research]. Moscow. 1997. P. 248.

8. Borovkova O.V. Problema opyta v istoricheskoy nauke [The problem of experience in historical science] *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Kemerovo State University]. 2015. № 2 (62), Vol. 4. Pp. 189–192.

9. Korobeynikov A.V. *Istoricheskaya rekonstruktsiya po dannym arkhologii* [Historical reconstruction according to archeology]. Izhevsk. 2005. 180 p.

10. Labakhua Ye.M. Ekspozitsiya khudozhestvennoy vystavki kak sposob vospitaniya i khudozhestvennogo obrazovaniya, na primere vystavok v Respublike Abkhaziya [Exposition of an art exhibition as a way of education and art education, on the example of exhibitions in the Republic of Abkhazia]. *Nauka i shkola* [Science and School]. 2013. Pp. 106–108.

11. Karpenyuk Ye.V. *Istoricheskaya rekonstruktsiya kak metod realizatsii FGOS* [Historical reconstruction as a method of implementing the federal state educational system]. Vypusknaya kvalifikatsionnaya rabota. KGPU im. V.P. Astafeva [Final qualifying work. KSPU them. V.P. Astafeva]. 2015. P. 12.

12. Boyarskiy P.V. *Istoricheskii eksperiment: teoriya, metodologiya, praktika: Sbornik nauchnykh trudov* [Historical experiment: theory, methodology, practice: Collection of scientific papers] Moscow. 1991. 140 p.

13. Cichon D. J., W. Wiesbeck *The Heinrich Hertz wireless experiments at Karlsruhe in the view of modern communication*. Proceedings of the 1995 International Conference on 100 Years of Radio. 6 p.

14. Gerts G. *O vesma bystrykh elektricheskikh kolebaniyakh*. V knige 50 let voln Gerts. [About very fast electrical vibrations. The book contains 50 years of Hertzian waves] Izdatelstvo Akademii Nauk SSSR. Moskva-Leningrad, 1938. P. 156.

15. Avrutskiy V.A., Kuzhekin I.P., Chernov Ye.N. *Ispytatelnye i elektrofizicheskie ustanovki* [Testing and electrophysical installations] Tekhnika eksperimenta. M.: MEI, 1983.

16. Danilevskiy A.Ya. *Issledovaniya nad spinnym i golovnym mozgom lyagushki i chastyu vysshikh zhivotnykh* [Studies on the spinal cord and brain of a frog and part of higher animals] Moscow. 2010. 144 p.

17. Grigorev Yu.G., Lukyanova S.N., Grigorev O.A. i dr. *Reaktsiya cheloveka na elektromagnitnoe izluchenie sotovogo telefona* [Human reaction to the electromagnetic radiation of

a cell phone.] V sb. Mezhdunarodnoe soveshchanie, EMP: «Biologicheskoe deystvie i gigienicheskoe normirovanie. [In the collection of the International Conference, EMF: “Biological effects and hygienic regulation. Geneva]. 1999. Pp. 525–536.

18. Koklin A.Ye., Grigorev O.A., Lukyanova S.N., Andrianova T.K, Alekseeva V.A. Zavisimost reaktsii krolika ot chastoty povtoreniya impulsa i ekspozitsii elektrotoka v eksperimente. [Dependence of the rabbit reaction on the pulse repetition frequency and electric current exposure in

the experiment] *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal* [Saratov Medical Journal]. 2013. Vol. 3. № 4. Pp. 839–843.

19. Grigorev O.A., Koklin A.Ye., Lukyanova S.N., Alekseeva V.A. Biologicheskie efekty impulsnogo elektrotoka po dannym laboratornykh ispytaniy elektroshokovykh ustroystv [Biological effects of pulsed electric current according to laboratory tests of electroshock devices] *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal* [Saratov Medical Journal]. 2013. Vol. 3. № 4. Pp. 828–830.



### Информация об авторах

*Алексеева Виктория Александровна*, директор

*Григорьев Олег Александрович*, доктор биологических наук, директор по науке

АНО «Национальный научно-исследовательский центр безопасности новых технологий»

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

*Комаров Дмитрий Борисович*, младший научный сотрудник

ООО «Центр электромагнитной безопасности»

111020, Москва, Российская Федерация, улица Авиамоторная, 17

### Information about authors

*Alekseeva Viktoriya Aleksandrovna*, Director

*Grigorev Oleg Aleksandrovich*, Doctor of Biological Sciences, Director of Science

ANO «National Research Centre for Safety of New Technology»

109028, Moscow, Russian Federation, street Yauza, 1/15-1

*Komarov Dmitriy Borisovich*, Junior Researcher

Center for Electromagnetic Safety LLC

111020, Moscow, Russian Federation, street Aviamotornaya, 17