

DOI: 10.22363/2224-7580-2024-1-123-132
EDN: KHJDQZ

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ ОДНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА Н. ТЕСЛА

В.А. Панчелюга*, М.С. Панчелюга

*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН
Российская Федерация, 142290, Московская обл., Пущино,
ул. Институтская, д. 3*

Аннотация. В работе дан краткий обзор экспериментальных работ Н. Тесла, связанных с беспроводной передачей электрической энергии. Рассмотрен также ряд экспериментальных работ, которые можно рассматривать как прямое продолжение исследований, начатых в работах Тесла. Эти эксперименты суммарно показывают возможность существования продольных электромагнитных волн. Наиболее убедительным доказательством существования продольных волн являются эксперименты по подводной радиосвязи.

Ключевые слова: Никола Тесла, беспроводная передача электрической энергии, поперечные электромагнитные волны, продольные электромагнитные волны

Введение

Уже более века жизнь человечества, во всех своих проявлениях, буквально «пронизана» электричеством... От сложнейших электронно-вычислительных устройств, разнообразных средств связи, промышленной автоматики до кухонных и осветительных приборов. От электрогенераторов на электростанциях различных типов, систем передачи электрической энергии до электромоторов в заводских цехах, автомобилях, электроскутерах, электросамокатах и т.д. В настоящее время подобное перечисление может быть невероятно длинным. Но если мы проследим генезис наиболее употребительных устройств, то наверняка обнаружим, что у их истоков, как правило, стоял один и тот же человек – Никола Тесла.

Как отмечается в [1], Тесла «...сделал более 800 изобретений и предопределил сотни важных открытий. Трудно перечислить заслуги Теслы перед наукой. Он создал первый в мире электродвигатель многофазного переменного тока, высокочастотный трансформатор, свою систему передачи сигналов с помощью электромагнитных волн, построил первое управляемое по радио судно и многое, многое другое» [1. С. 3]. Говоря о «многом», перечисление можно продолжить словами [2]: «Спектр научных открытий и предвидений Теслы огромен, среди них упомянем лишь генераторы, моторы,

* E-mail: VictorPanchelyuga@gmail.com

трансформаторы и сети переменного тока, гидроэнергетику, дисковые турбины и центробежный насос, передачу сигналов без проводов (радио), в том числе и многоканальную связь, телевидение, беспроводное управление движущимися объектами, радионавигацию и радиолокацию, роботонику, исследование гамма-лучей и направленных потоков заряженных частиц, космическую связь...» [2].

«Следы» Тесла, его первенство, причастность зачастую обнаруживаются в совершенно неожиданных областях. Так, например, в одном из исследований на стеклянную колбу был нанесен фосфоресцирующий состав, благодаря чему Тесла наблюдал на нем увеличенное изображение находящегося в центре колбы раскаленного шарика. Спустя более пятидесяти лет на основе этого явления «...был построен прибор для изучения электронной эмиссии, что в свою очередь, стало исходным моментом для создания электронного микроскопа» [1. С. 108].

Мало кому известна роль Теслы в создании электронного микроскопа, так же как, например, его первенство в открытии рентгеновских лучей еще до того, как в конце 1895 года В. Рентген обнаружил эти лучи. С 1887 года Тесла начал проводить опыты с неизвестным науке излучением. В ходе изучения свечения вакуумных трубок он обнаружил, что кроме видимого света существует еще два вида излучений, которые впоследствии были названы ультрафиолетовым и рентгеновским. Ввиду занятости Тесла не закончил эти исследования и вернулся к этому вопросу только после опубликования статьи Рентгена в начале 1896 года [3]. Много экспериментируя с этими лучами, Тесла предложил использовать их для изучения предметов, невидимых глазом, а также в медицине для обнаружения и лечения опухолей и воспалений. В ряде статей он подробно рассмотрел возможное будущее использования рентгеновских лучей и технику работы с ними, а также правила техники безопасности при обращении с трубками Рентгена и Ленарда [1].

После лекции «Новая система двигателей переменного тока и трансформаторов», прочитанной 16 мая 1888 года видный американский конструктор электрических машин Б.А. Беренд, бывший одним из слушателей этой лекции Теслы, позднее говорил: «Со времени появления экспериментальных исследований Фарадея в области электротехники никогда ни одна экспериментальная истина не была представлена так просто и понятно, как описание Теслой его способа получения и использования многофазных переменных токов. Его имя делает эпоху в развитии науки об электричестве. В результате его исследований произошла революция в электротехнике» [1. С. 46]. Возможно, что наиболее полно вклад Теслы отражают слова лорда Кельвина, сказанные им в 1896 году: «Тесла дал больше науке об электричестве, чем кто бы то ни был до него» [2].

И вот этот человек, высочайший профессионал, стоявший у истоков современной электротехники, руководивший строительством первой гидроэлектростанции на Ниагарском водопаде и первой высоковольтной линии электропередачи в Нью Йорк, большую часть жизни посвятил работам, которые по сегодняшний день этой электротехникой до конца не поняты и не приняты.

В первую очередь это относится к беспроводной передаче электрических сигналов, которая была впервые продемонстрирована Н. Тесла на публичной лекции в городе Сент-Луисе в 1892 году еще до работ А.С. Попова и Г. Маркони. «Заходя» на американский рынок, Маркони попытался оспорить первенство Тесла, но Верховный суд США, после долгой патентной тяжбы в 1943 году признал приоритет Н. Тесла.

В упомянутых работах речь идет о передаче сигналов с использованием привычных нам поперечных электромагнитных волн или, как часто говорили в начале двадцатого века, – волн Герца. Со времени первых демонстраций Тесла человечество довело до совершенства технологии такой радиосвязи, которые в виде, например, мобильных телефонов, систем позиционирования, линий интернет-связи сопровождают современного человека практически круглосуточно.

Но, наряду с передачей сигналов волнами Герца, Тесла создал систему беспроводной передачи не только информационных сигналов, но и электрической энергии самой по себе, которая основывалась на использовании резонансных трансформаторов различных типов [4]. Из наиболее известных мест, где подобная передача была реализована, можно отметить лабораторию на плато в Колорадо-Спрингс, содержащую деревянную башню высотой 60 м с установленным в ней высокочастотным резонансным трансформатором (рис. 1). Первые опыты в этой лаборатории были начаты в районе 1898 года.

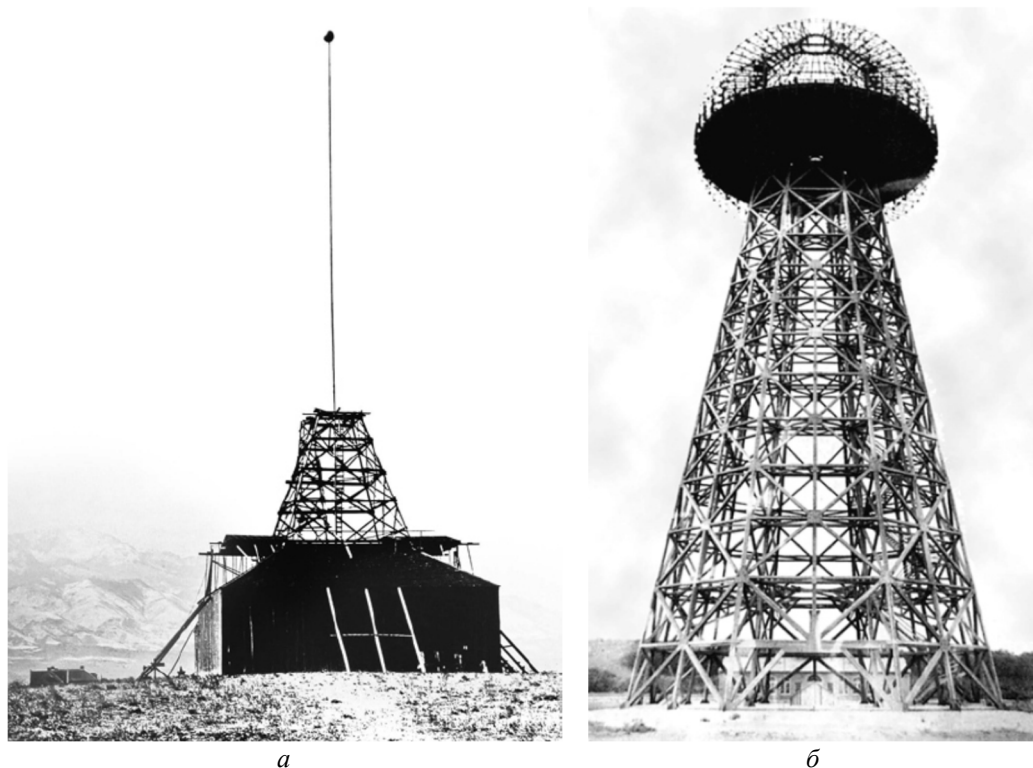


Рис. 1. Экспериментальная станция в Колорадо-Спрингс, 1899 год (а);
Центральная электростанция и передающая башня Теслы (Башня Ворденклиф)
для «Всемирной телеграфии», о. Лонг-Айленд, Нью-Йорк, 1904 года (б)

В дальнейшем, в 1900 году, строится более мощный передатчик на о. Лонг-Айленд, неподалеку от Нью-Йорка. Этот проект получил название Ворденклиф и некоторое время его финансировал миллиардер Дж.П. Морган. Передатчик планировался как центр всемирной связи и энергетики. Причем, основной задачей проекта Тесла видел не столько связь, сколько передачу энергии в самые удалённые уголки земного шара. Предварительные эксперименты подтверждали осуществимость плана Тесла. Но прекращение финансирования в 1906 году остановило дальнейшее развитие этого масштабного проекта, а в годы Второй мировой войны башня передатчика была взорвана, что вернуло исследования Теслы от планетарных масштабов обратно к лабораторным. Многие исследователи научного наследия Н. Тесла связывают Тунгусскую катастрофу с работой передатчика на о. Лонг-Айленд [2; 5-6].

Патент Н. Тесла: «Устройство для передачи электрической энергии»

На рис. 2 представлена система для передачи электрической энергии, описанная в патенте Н. Тесла [7]. Настоящая статья в основном посвящена данному устройству и истории попыток репликации работ Тесла с этой системой.

Устройство (рис. 2) состоит из передатчика и приемника, которые имеют аналогичную конструкцию. Основными элементами обоих устройств являются металлические сферы (D и D'), имеющие большую площадь поверхности, которые соединены со спиральными катушками (A и A'), включенными во вторичную цепь резонансных трансформаторов. Внешний конец спиральных катушек заземлен, другой – внутренний конец катушек – соединен с металлическими сферами при помощи проводников (B и B'). Первичная цепь резонансного трансформатора передатчика подключена к источнику высокой частоты и низкого напряжения (G), создающего во вторичной цепи высокий электрический потенциал. Первичная цепь приемника устроена аналогично. Она является выходной цепью, к которой в качестве нагрузки подключено множество ламп (L) и моторов (M), соединенных параллельно.

Очень важным моментом представленной на рис. 2 системы является настройка обеих катушек в резонанс. При этом в каждой катушке ее волновой резонанс должен быть согласован с обычным LC -резонансом (L и C – индуктивность и емкость спиральных катушек соответственно) и также катушки должны быть настроены в резонанс друг к другу.

Как отмечается в [8]: «При помощи такой установки Тесла продемонстрировал то, что немисливо осуществить за счет обычных радиоволн. В Колорадо-Спрингс он построил две башни, одна с передатчиком мощностью 10 кВт, другая с приемником, была расположена на расстоянии 25 миль. Он показал, что энергия в этой системе передается практически без потерь. Принимаемой энергии было достаточно, чтобы обеспечить свечение 200 люминесцентных ламп мощностью в 50 Вт каждая» [8. С. 2]. То есть принимаемая мощность (10 кВт) фактически равнялась мощности передатчика.

No. 649,621.

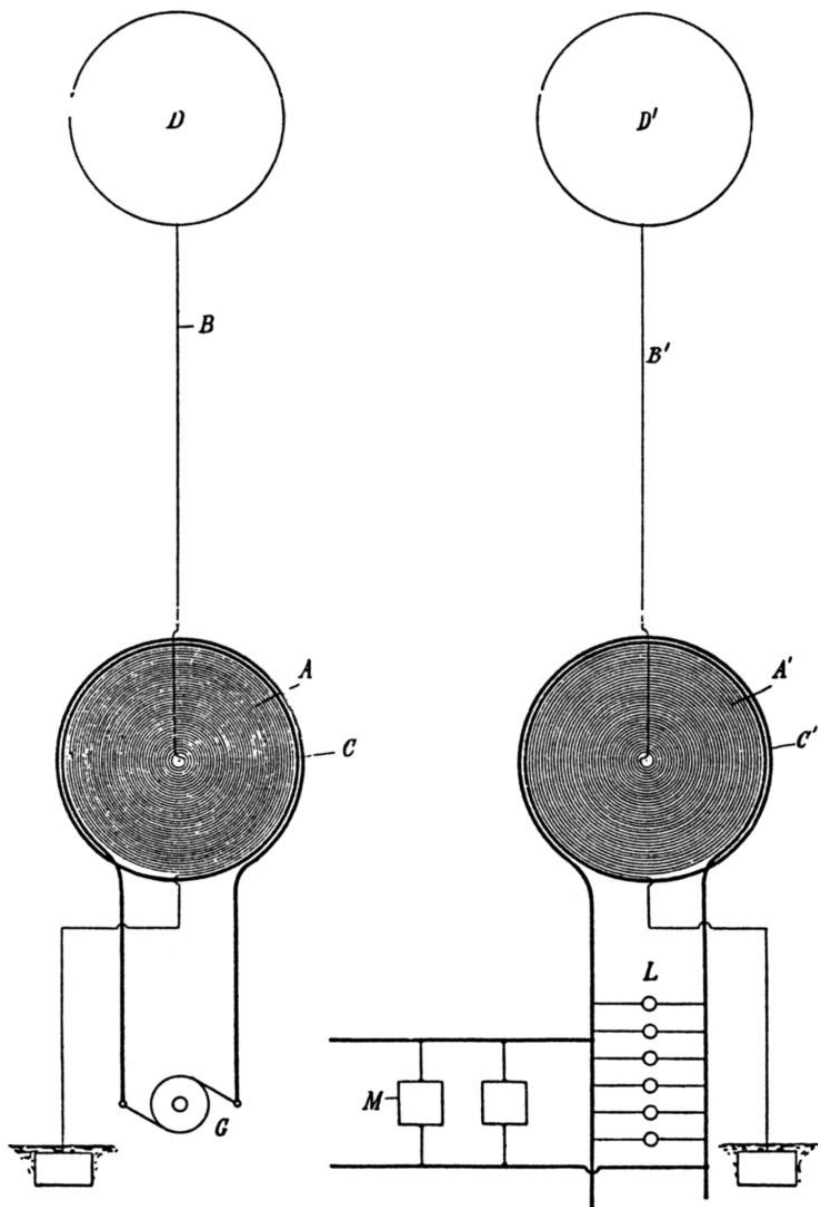
Patented May 15, 1900.

N. TESLA.

APPARATUS FOR TRANSMISSION OF ELECTRICAL ENERGY.

(Application filed Feb. 19, 1900.)

(No Model.)



Witnesses:
Benjamin Miller.
G. W. Martiny.

Nikola Tesla, Inventor
by *Ken. Page* *Attys*

Рис. 2. Страница из американского патента Н. Тесла № 649621 [7], на которой представлена система для передачи электрической энергии

Необходимо отметить, что представленная на рис. 2 система передачи электрической энергии встречается не только в [7], но и в ряде других патентов. В качестве примера можно привести, например, [9] и [10].

Репликация работ Н. Тесла: эксперименты К. Мейла и Сакко-Томилина

Необычные результаты, полученные в экспериментах Н. Тесла, послужили причиной многочисленных попыток их репликации. Большая часть таких попыток носит любительский характер и, как правило, не сопровождается публикацией полученных результатов. Дальнейшее развитие экспериментов Тесла связано, с одной стороны, с созданием лабораторных установок, в основных чертах повторяющих описанные в патентах Тесла [7; 9–10], а с другой – использованием современной измерительной базы для контроля и исследования особенностей функционирования этих устройств.

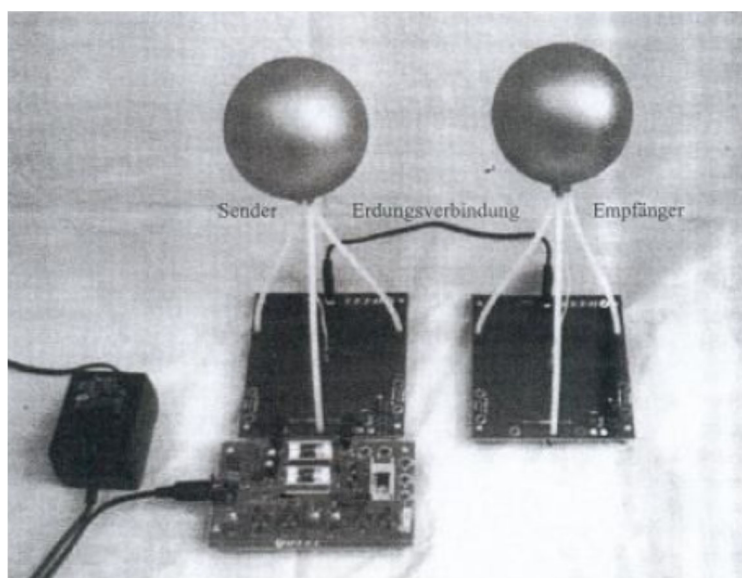


Рис. 3. Внешний вид экспериментальной установки К. Мейла [8]

Говоря о повторении экспериментов, описанных в предыдущем разделе, хотелось бы отметить работы Константина Мейла [11], который использовал две идентичные установки, использующие резонансные трансформаторы Тесла на спиральных катушках и повторяющие в основных деталях схемы, показанные на рис. 2. Установки К. Мейла (рис. 3), в сравнении с установками Тесла (рис. 1), были миниатюрными – высота «башен» составляла около 30 см. Каждая из них имела в основании плоскую катушку Тесла, состоящую из двух спиральных обмоток. Центры вторичных спиральных катушек соединялись с металлическими сферами, а их вторые концы – с «заземлением» – соединялись между собой проводником, как показано на рис. 3 и 4. При этом, как очевидно из рис. 4, вся схема была изолирована от земли.

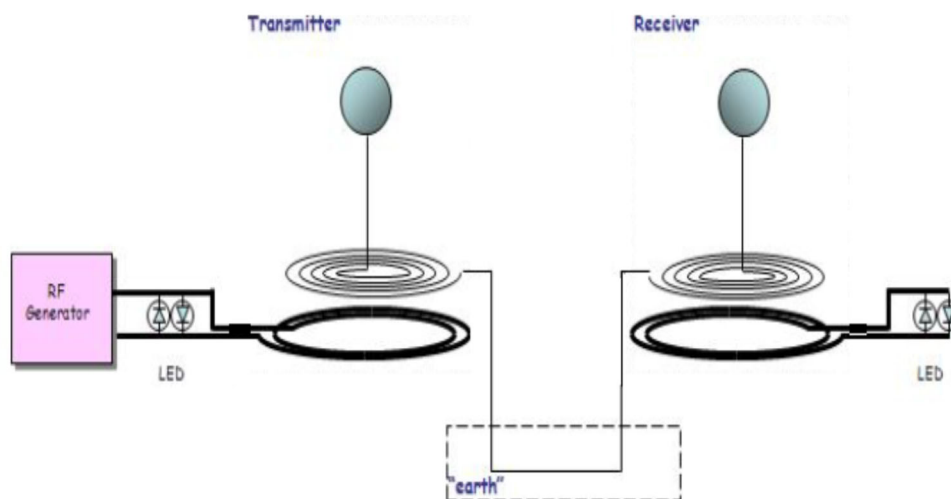
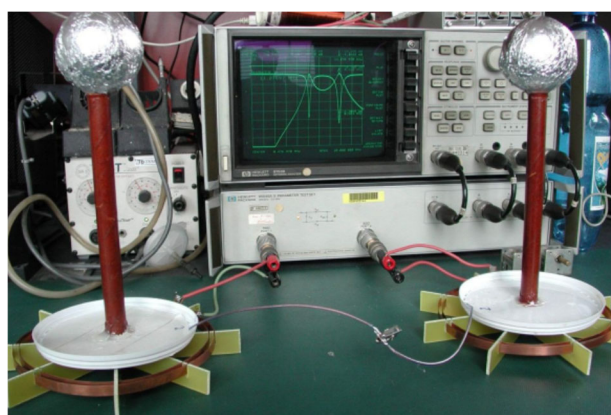


Рис. 4. Схема установки К. Мейла [8]

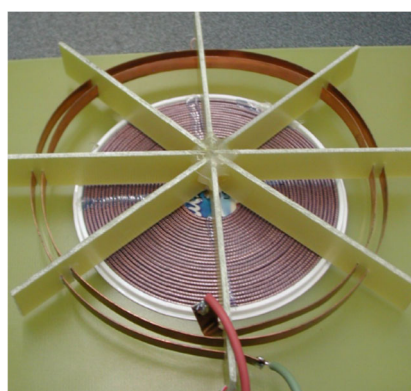
Первичная обмотка резонансного трансформатора передатчика запитывалась от генератора с выходным напряжением 2 В. К выходу генератора передатчика и в цепь первичной обмотки приемника параллельно-встречно включались светодиоды, по свечению которых можно было судить об уровне сигнала (рис. 4).

В ходе выполненных экспериментов, согласно [8; 11], были получены следующие результаты:

- 1) беспроводная передача электрической энергии;
- 2) влияние приемника на передатчик;
- 3) появление в системе «приемник–передатчик» дополнительной энергии;
- 4) обнаружено излучение скалярных волн, имеющих скорость 1,5 скорости света;
- 5) показано, что скалярные волны не экранируются клеткой Фарадея.



a



б

Рис. 5. Внешний вид установки Сакко – Томилина (а). Резонансный трансформатор на спиральных катушках (б) [8]

Эксперименты Мейла были повторены и детально исследованы в работе [8]. При этом использовалась установка, полностью аналогичная установке К. Мейла (рис. 5). Отмечается, что большинство утверждений Мейла были подтверждены за исключением утверждения о сверхсветовой скорости распространения электроскалярных волн.

Основные выводы [8] следующие:

1) распространение сигнала между передатчиком и приемником осуществляется при помощи волнового электромагнитного процесса, происходящего между сферическими антеннами;

2) показано, что в данной системе электромагнитные волны отличаются по своим свойствам от поперечных волн Герца;

3) экспериментальные результаты объяснены на основе обобщенной (четырёхмерной) электромагнитной теории, объединяющей вихревые и потенциальные электродинамические процессы [12];

4) доказано, что передача сигнала между сферическими антеннами происходит посредством электроскалярных волн;

5) экспериментально установлено, что передача сигнала происходит на большие расстояния, что исключает гипотезу емкостной связи между антеннами;

6) теоретически описан принцип действия трансформатора Теслы, состоящего из двух спиральных катушек;

7) исследован механизм взаимодействия электроскалярных волн с клеткой Фарадея, определены условия экранирования и, наоборот, полного его отсутствия [8].

Подводная связь

Наиболее интересной видится серия работ [13–15], в которых описан эксперимент по передаче на расстояние 470 м коротковолнового модулированного радиосигнала в морской среде при помощи шаровых антенн [13]. Также проведен детальный экспериментальный [14] и теоретический [15] анализ результатов этого эксперимента. В упомянутом эксперименте также используется схема, аналогичная упомянутым выше экспериментам Н. Тесла (см. рис. 2).

Некоторые параметры эксперимента [13]. Частота, подаваемая на передающую антенну, – 27,4 МГц, мощность – 1,17 Вт. Глубина моря в месте проведения эксперимента – 13 м, при этом приемник находился на глубине 6 м, а передатчик – на глубине 4 м. Максимальное расстояние приемник-передатчик составляло 470 м.

Анализируя эксперимент, авторы [13] отмечают, что «расчетное затухание уровня мощности радиосигнала для поперечных волн на расстоянии 1 м в морской среде с проводимостью 4,77 См/м на частоте 27,4 МГц составляет около 195 дВ/м. Для расстояния 470 м суммарное затухание должно составлять около 91 650 дВ...» [13. С. 50], что гарантированно исключает возмож-

ность связи с использованием поперечных волн. Тем не менее канал подводной радиосвязи на этом расстоянии функционирует. Поэтому высказывается предположение, что «...радиосигнал передается в морской воде при помощи продольных (электроскалярных) волн» [13. С. 50].

Также отмечается, что «обнаружен эффект передачи высокочастотного радиосигнала через границу раздела двух сред: морская вода-воздух» [13. С. 50].

Заключение

Рассмотренные выше эксперименты, берущие свое начало в работах Н. Теслы, имеют то общее, что все они, практически без изменений, используют схему, представленную на рис. 2 и предложенную Теслой более века назад. В зависимости от исторического времени изменялись лишь способы подачи и съема сигнала с резонансного трансформатора на спиральных катушках. Эксперименты разных авторов, представленные в настоящей краткой статье, подтверждают как работоспособность рассматриваемой схемы, так и то, что связь, возникающая между приемником и передатчиком, не имеет отношения к поперечным электромагнитным волнам. Последнее обстоятельство наиболее убедительно представлено в эксперименте, демонстрирующем возможность подводной связи [13], феномен которой исключает возможность объяснения, основанного на действии поперечных волн.

Кроме очевидного практического значения эксперименты [13–15] указывают на необходимость модификации существующей электродинамики. Один из вариантов такой модификация представлен в рамках так называемой обобщенной электродинамики [12], выводы которой использовались как на стадии планирования экспериментов [8; 13; 14], так и в ходе объяснения их результатов [15].

Литература

1. *Ржонсницкий Б.* Тесла. М.: Молодая гвардия, 1959. 224 с.
2. *Поляков В.* Тунгусская катастрофа – дело рук человеческих? URL: http://jtdigest.narod.ru/dig4_02/tesla.htm (дата обращения: 25.12.2023).
3. *Тесла Никола.* Дневники. Я могу объяснить многое. М.: Яуза-Пресс, 2017. 94 с.
4. *Tesla N.* Apparatus for transmission of electrical Energy. US Patent 1,119,732, Patented Dec. 1, 1914. 4 p.
5. *Колоколов Д.В., Полякова В.М., Панчелюга В.А.* Гипотеза нитевидной материи Б.У. Родионова и некоторые ее приложения // Метафизика. 2021. № 2. С. 149–164. DOI: 10.22363/2224-7580-2021-2-149-164
6. *Родионов Б.У.* По тропе Кулика к феномену Теслы / Сто лет Тунгусской проблеме. Новые подходы: сб. / ред. В.К. Журавлёв и Б.У. Родионов. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2008. С. 92.
7. *Tesla N.* Apparatus for transmission of electrical Energy. US Patent No. 649621, May 15, 1900. 4 p.

8. *Sacco B., Tomilin A.K.* The Study of Electromagnetic Processes in the Experiments of Tesla. 51 p. URL: <http://vixra.org/abs/1210.0158>
9. *Tesla N.* System of transmission of electrical energy. US Patent No. 645576, Mar. 20, 1900.
10. *Tesla N.* Art of transmitting electrical energy through the natural medium. US Patent No. 787412, April 18, 1905.
11. *Meyl Konstantin* Scalar Waves: Theory and Experiments // Journal of Scientific Exploration, 2001, Vol. 15, no. 2. P. 199–205.
12. *Томилин А.К.* Обобщенная электродинамика. М.: Изд-во «Триумф», «Лучшие книги», 2020. 300 с.
13. *Томилин А.К., Лукин А.Ф., Гульков А.Н.* Эксперимент по созданию канала радиосвязи в морской среде // Письма в ЖТФ. 2021. Т. 47, вып. 11. С. 48–50.
14. *Лукин А.Ф., Томилин А.К., Гульков А.Н., Кремс К.А.* Оценка характеристик канала радиосвязи в морской среде // Журнал технической физики. 2022. Т. 92, вып. 9. С. 1425–1429.
15. *Томилин А.К.* Принцип организации канала подводной радиосвязи с использованием шаровых антенн // Журнал технической физики. 2023. Т. 93, вып. 3. С. 397–402.

HISTORY AND MODERNITY OF ONE EXPERIMENT OF N. TESLA

Victor A. Panchelyuga^{*}, Maria S. Panchelyuga

*Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of RAS
3 Institutskaya St, Pushchino, Moscow Region, 142290, Russian Federation*

Abstract. The paper provides a brief overview of N. Tesla's experimental work related to the wireless transmission of electrical energy. A number of experimental works are also presented, which can be considered as a direct continuation of the research begun in the works of Tesla. These experiments, in total, show the possibility of the existence of longitudinal electromagnetic waves. The most convincing evidence of the existence of longitudinal waves comes from experiments in underwater radio communications.

Keywords: Nikola Tesla, wireless transmission of electrical energy, transverse electromagnetic waves, longitudinal electromagnetic waves

^{*} E-mail: VictorPanchelyuga@gmail.com