

On Evolution of Radio aerial

Zolotinkina L.I.

Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI" named after V.I.°Ulyanov (Lenin)
St.Petersburg 197376 Russian Federation
radioemc@yandex.ru

Abstract: By the middle of the 1920-s, it became obvious that research into radio aerials (antennae) was lagging behind other fields of radio engineering. The article is focused on professor I.G.°Freiman's contribution into elaboration of the theory of antennae, which drew attention to the problem of developing radio aerials as elements of a radio channel. According to professor I.G.°Freiman, the major direction in radio engineering by 1925 was concerned with performing investigations on radio waves propagation, aimed at taking account of influence of conditions of their propagation in designing radio communication systems.

Key words: radio engineering, radio aerial, antenna, A.S.°Popov, I.G.°Freiman, electromagnetic field, radiation of electromagnetic waves, radio wave propagation

Об эволюции радиосети

Золотинкина Л.И.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
г. Санкт-Петербург 197376, Российская Федерация
radioemc@yandex.ru

Аннотация: К середине 1920-х годов наметилось отставание в изучении радиосетей (антенн) по сравнению с другими областями радиотехники. В статье рассмотрена роль проф. И.Г.°Фреймана в разработке теории антенн и привлечении внимания к проблеме построения радиосетей как элементов радиоканала передачи информации. Важнейшим направлением работ в области радиотехники к 1925 г. проф. И.Г.°Фрейман считал постановку исследований в области распространения радиоволн для учёта влияния условий их распространения при проектировании систем радиосвязи.

Ключевые слова: радиотехника, радиосеть, антенна, А.С.°Попов, И.Г.°Фрейман, электромагнитное поле, излучение электромагнитных волн, распространение радиоволн

1. Введение

В 1925 г. в торжественной обстановке отмечалось 30-летие изобретения А.С.°Поповым системы беспроводного телеграфирования. В юбилейном номере журнала «Электричество» была опубликована статья профессора ЛЭТИ И.Г.°Фреймана «Об эволюции радиосети» [1]. В статье автор отмечал, что в первый период после изобретения А.С.°Поповым системы беспроводного телеграфирования (1895 г.) мало внимания было обращено на такую область радиотехники как радиосети. «Обращаясь к работам родоначальника, как нашей, так и всемирной радиотехники — Александра Степановича Попова, мы не можем не признать, что одну из наиболее оригинальных деталей его изобретения составляет именно радиосеть. С первых же шагов радиотехника встретилась с необходимостью получения переменного электрического тока высокой частоты. Эта вспомогательная техническая задача поглотила ее настолько, что главная задача осталась как-то в тени, пребывая все тридцать лет почти без изменения в том случайном положении, в которое она была поставлена еще пионерами этого дела».

К началу 1920-х годов радиоспециалистами, в первую очередь М.В.°Шулейкиным и И.Г.°Фрейманом, были разработаны основные положения теории расчёта антенных устройств для систем радиосвязи [2]. Но учёту условий распространения радиоволн внимания не уделялось.

Для ряда учёных отправным моментом в объяснении распространения электромагнитных волн было понятие «мирового эфира». В статье «Об эволюции радиосети» И.Г.°Фрейман, обращаясь к этой проблеме, выступает против «эфирной» модели распространения электромагнитных волн.

2. Работы И.Г. Фреймана в области антенной техники

Необходимость проведения технического расчета при проектировании радиостанций И.Г.°Фрейман (1890 – 1929) обосновал для себя ещё студентом, участвуя в строительстве мощных радиостанций в Риге и на о. Руно (1911), в Исакогорке (Архангельск, 1912). Закончив в 1913 году Электротехнический институт императора Александра III, работая затем в МеждудеPARTMENTном радиотелеграфном комитете, он имел возможность анализировать и оценивать результаты «приёмов проектирования, руководимыми не расчетом, а полагающихся на какое-то чутье и сводящихся к непродуманному экспериментированию зачастую прямо в полном объеме

имеющегося задания» – писал в 1924 году И.Г. Фрейман в Предисловии к первому изданию «Курс радиотехники» [3].

В 1921 году И.Г.°Фрейман защитил магистерскую диссертацию на тему «О законах подобия радиосетей», в которой развивал теорию антенн с приведением их свойств к некоторому эквивалентному колебательному контуру с сосредоточенными параметрами[4].

Для работ И.Г.°Фреймана в области антенн характерно то, что рассматривая какую-либо задачу, он дает не только теоретический анализ, но и методику инженерного расчета, а также анализ способов экспериментального определения соответствующих параметров [5]. Полученные теоретические результаты подтверждались большим количеством экспериментальных исследований, проводившимся на кораблях в реальных условиях работы радиостанций [6]. Являясь председателем секции связи Научно-технического комитета Морских Сил РККА (1924 – 1927), он имел возможность организовывать постановку таких работ.

В статье «Об измерении собственной длины волны радиосети Фрейманом был дана оценка точности метода её измерения [7], а также он предложил простой, изящный метод расчета собственной длины волны антенны [8]. Этот способ давал результаты, хорошо согласующиеся с опытом [9].

Имантом Георгиевичем были проведены весьма ценные экспериментальные работы, положившие начало технике измерений напряженности поля. Описанию результатов этих экспериментальных исследований посвящены статьи «Об измерении действующей высоты радиосети» [10] и «Об измерении напряженности электромагнитной волны» [11].

3. Работы профессора И. Г. Фреймана по исследованию явлений распространения электромагнитных волн

К работам И.Г.°Фреймана в области антенной техники тесно примыкают его исследования явлений распространения электромагнитных волн. Из работ, посвященных явлениям переноса и излучения электромагнитной энергии, надо, прежде всего, напомнить его работу: «О процессе передачи электрической энергии»[12]. И.Г.°Фрейман писал: «Все способы передачи электрической энергии на далекие расстояния, как проводные, так и беспроводные, — это различные интегральные проявления одного и того же дифференциального первичного процесса — перемещения энергии, получившей форму электромагнитного поля». Эти представления и подтверждающие их примеры расчетов, приведенные в цитированной ста-

ть, давно уже стали классическими и вошли во многие учебники радиотехники.

Юбилейную статью «Об эволюции радиосети» И.Г.°Фрейман заканчивает, по сути, постановкой задачи по изучению распространения радиоволн: «Отметив тот длинный путь, который прошло развитие радиосети со времен А.С.°Попова, и те направления, в которых оно, вероятно, пойдет дальше, мы должны в заключение вернуться еще к первоначальной радиосети А.С.°Попова и вспомнить про одну задачу, которая этой радиосетью была поставлена, и которая, подвинувшись за истекшее тридцатилетие весьма мало, приобрела в настоящее время несравненно большую остроту, чем она имела при своей первоначальной постановке. Я имею в виду грозоотметчик. Теперь больше, чем когда-либо, нам нужно следить за атмосферными электромагнитными явлениями. Только этим путем мы найдем те основные данные, из которых необходимо исходить при проектировании радиосети. Радиосеть не есть какой-то самодовлеющий прибор, ее нужно расценивать с общей точки зрения совершенства той радиосвязи, которой она служит, Было бы совершенно неправильно проектировать радиосеть на такую рабочую волну, которая совпадает с местными наиболее частыми атмосферными разрядами; было бы неразумно проектировать ее с расчетом на отражение ее излучения от верхнего проводящего слоя, если не установлено, что этот слой будет отражать так, как следует. Эти и подобные данные для радиосети мы должны собирать при помощи ее же самой, как это начал и нам предсказал Александр Степанович Попов» [1].

Результаты теоретических и экспериментальных исследований профессора И.Г.°Фреймана нашли своё отражение в статьях, опубликованных в 1926 – 1928 годах: «Развитие учения о распространении электромагнитных волн» [13] и «О формулах расчета распространения электромагнитных волн» [14]. Анализ состояния теории распространения в мире был дан в статье «Положение вопроса о распространении электромагнитных волн», опубликованной в «Журнале прикладной физики», в которой проявилось замечательное умение Иманта Георгиевича, разрабатывая вопросы радио, нащупывать их корни в той необъятной почве, какую представляет собой наука о физических явлениях. Прогнозируя расширение диапазонов рабочих частот радиостанций, освоение коротковолнового диапазона, И.Г.°Фрейман писал: «В настоящем положении учения о распространении электромагнитных волн центр тяжести дальнейших работ переносится на выяснение свойств высших слоев атмосферы» [15].

В значительно дополненном втором издании «Курса радиотехники» (1928 г.) были отражены последние достижения в мире практически по

всем основным разделам радиотехники, в том числе и по вопросу распространения радиоволн [16]. Профессор Д.А. Рожанский (член-корр. АН СССР, 1933) в рецензии на этот фундаментальный труд писал: «Только редкий и исключительный талант мог создать произведение, которое должно быть настольной книгой всякого радиоспециалиста... <В главе, посвященной радиосетям Л.З.>, наибольший интерес представляет § 6, в котором в простой и доступной форме излагаются явления, связанные с излучением радиосети, в том числе излучение на гармониках и в сложных антеннах. В следующей главе мы находим много совсем свежего материала по распространению волн. Кроме прекрасного изложения теории влияния проводимости сферы на распространение волн, автор дает изложение учения о распространении коротких волн с теоретической и опытной стороны...» [17].

4. Заключение

Исследования в области распространения радиоволн продолжили ученики профессора И.Г.°Фреймана по ЛЭТИ, Военно-морской академии, Военной Академии связи. Среди выпускников ЛЭТИ в первую очередь необходимо отметить А.Н. Щукина (1900 – 1990), академика АН СССР, многие научные труды которого были посвящены вопросам распространения радиоволн. В 1965 году А.Н. Щукин был назначен заместителем председателя, а в 1969 году – председателем Научного совета при Президиуме АН СССР по комплексной проблеме «Распространение радиоволн».

Примечательно, что членом этого же Научного совета с 1966 по 1976 гг. был сын проф. И.Г. Фреймана к.т.н. инженер-полковник И.И. Фрейман (1917 – 2001). С 1947 г. он работал в Научно-исследовательском морском радиолокационном институте (НИМРИ) и занимался вопросами распространения радиоволн. С 1964 по 1973 гг. он – начальник отдела распространения радиоволн, под его руководством и при непосредственном участии были разработаны методика и аппаратура для исследования условий распространения радиоволн сантиметрового, миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов радиоволн над морской поверхностью, проведен большой объем экспериментальных исследований на Балтийском и Черном морях.

К выполнению этих работ по исследованию условий распространения радиоволн различных диапазонов над морской поверхностью с 1946 г. был привлечён Физико-технический институт (ФТИ) АН УССР. Научными руководителями НИР от ФТИ по этой тематике были С.Я.°Брауде (ака-

демик АН УССР, лауреат Золотой медали им.А.С. Попова) и А.Я. Усиков (академик АН УССР).

Список литературы

- [1] Фрейман И.Г. Об эволюции радиосети // *Электричество*. 1925. № 4. С. 242–246.
 - [2] Нейман М.С. Из истории антенн. Краткий очерк развития теории и техники антенно-фидерных устройств в СССР. Госэнергоиздат. М-Л. 1955. 40 с.
 - [3] Фрейман И.Г. Курс радиотехники. Л. ГИЗ.1924. 342 с.
 - [4] Фрейман И.Г. О законах подобия радиосетей. Диссертация магистра. ЭТИ им. В.И.°Ульянова (Ленина). 1921. Пгр.
 - [5] Карлов В. Г. И. Г. Фрейман — выдающийся советский радиотехник // *Тр. Акад. им. А.Ф.°Можайского*. 1949. Вып. 26. С. 3–14.
 - [6] Фрейман И.Г. Об измерении динамической емкости радиосети // *ТиТбп**. 1921. № 11. С. 20–27.
 - [7] Фрейман И.Г. Об измерении собственной длины волн радиосети // *ТиТбп*. 1921. № 11. С. 28–33.
 - [8] Фрейман И.Г. О вычислении длины собственной волны радиосети // *ТиТбп*. 1923. № 20. С. 250–257.
 - [9] Фрейман И.Г. О способах измерения длины собственной волны радиосети // *Тр. 4-го съезда рус. физиков в Л-де (15 – 20 сент.1924 г.)*. Л.: Науч.-хим. изд-во, 1924. С. 36–38.
 - [10] Фрейман И.Г. Об измерении действующей высоты радиосети // *ТиТбп*. 1925. № 28. С. 29–33.
 - [11] Фрейман И.Г. Об измерении напряженности электромагнитной волны//*Изв. ЛЭТИ*. 1928. Вып. 16. С. 27–48 (совместно с Н.К.°Горбуновой).
 - [12] Фрейман И.Г. О процессе передачи электрической энергии // *ТиТбп*. 1922. № 16.С. 624–633.
 - [13] Фрейман И.Г. Развитие учения о распространении электромагнитных волн // *ТиТбп*. 1926. № 3 (36). С. 237–246.
 - [14] Фрейман И.Г. О формулах расчета распространения электромагнитных волн // *ТиТбп*. 1927. № 2 (41). С. 218–222.
 - [15] Фрейман И.Г. Положение вопроса о распространении электромагнитных волн // *Журн. прикл. физ.* 1927. Т. 4. Вып. 4. С. 59–76.
 - [16] Фрейман И.Г. Курс радиотехники. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. ГИЗ - Москва – Ленинград. 1928. 497 с.
 - [17] Рожанский Д.А. Курс радиотехники: Фрейман И.Г. // *Электричество*. 1929. № 13,14. С. 384.
- * ТиТбп Телеграфия и телефония без проводов

References

- [1] Freiman I.G. Об эволюции радиосети // *Electrchestvo*. 1925. no. 4. pp. 242–246. (In Russian).
- [2] Neiman M. S. From the history of antennas. Brief outline of the development of the theory and technology of antenna-feeder devices in the USSR. *Gosenergoizdat. M-L*. 1955, 40 p.

(In Russian).

[3] Freiman I.G. Course of radiotechnique. GIZ, Leningrad, 1924, 342 p. (In Russian).

[4] Freiman I.G. On the scaling laws of wireless networks. The master's thesis. ETI, 1921. Ptg. (In Russian).

[5] Karpov V.G. I.G.Freiman – eminent soviet radiotechnician)// *Trudy Akademii im. A.F. Mozhaiskogo.*- 1949..Part.26. pp..3—14. (In Russian).

[6] Freiman I.G. On the measurement of the dynamic capacity of the radio network // *Titbp**, 1921. no.11. pp. 20-27. (In Russian).

[7] Freiman On the measurement of self-wavelengths radio network // *Titbp*, 1921. no.11, pp. 28-33. (In Russian).

[8] Freiman I.G. On the calculation of the length of its own wave radio // *Titbp*, 1923, no. 20., pp. 250–257. (In Russian).

[9] Freiman I.G. About how to measure the length of their own wave radio networks, Proc. 4th Congress of the Russian. physicists in L. (15 – 20 Sept.1924). L.: *Nauch.-chem. Izd-vo*, 1924, pp.36-38. (In Russian).

[10] Freiman I.G. On the measure of the effective height of the radio // *Titbp*, 1925, no.28, pp. 29–33. (In Russian).

[11] Freiman I.G. On the measurement of the intensity of the electromagnetic wave, *Izv. LETI*. 1928. Vol. 16. S. 27-48 (together with N. To.°Gorbunova). (In Russian).

[12]. Freiman I.G. About process of transmission electrical energy // *TiTbp*,-1922.-n.16,-pp.624—633, 1922. (In Russian).

[13] Freiman I.G.. The development of the doctrine of the propagation of electromagnetic waves // *Titbp*, 1926, no.3 (36), pp 237–246. (In Russian).

[14] Freiman I.G.. About the formulas for the calculation of electromagnetic wave propagation // *Titbp*, 1927,no.2 (41), pp. 218–222. (In Russian).

[15] Freiman I.G. The position of the question of the propagation of electromagnetic waves // *Journal of applied physics*. vol. 4, pp. 59–76. (In Russian).

[16] Freiman I.G. Course of radiotechnique. The 2nd edition, revised and enlarged. GIZ, Moscow - Leningrad. 1928, 497 p. (In Russian).

[17] Rozhansky D. A. A Course of radio engineering: Freiman, I. G. // *Electrichestvo*. 1929, no. 13,14, p. 384.. (In Russian).

• *Titbp* *Telegrafiya i telefoniya bez provodov*