**Отец телевизионного кабеля**

Давид Шарле

Среди ученых так называемой первой волны русской эмиграции немало известных имен. Авиаконструктор И. И. Сикорский, крупнейший специалист в области теоретической и прикладной механики академик С. П. Тимошенко, "великий пионер каталитических реакций" академик В. Н. Ипатьев, "отец телевидения" В. К. Зворыкин... Одно из мест в этом славном ряду по праву принадлежит замечательному ученому, выдающемуся теоретику в области электросвязи Сергею Александровичу Щелкунову.

К сожалению, его имя и роль в истории развития техники связи долгие годы замалчивались.

Сергей Щелкунов родился в Самаре в 1897 г. Студент Московского университета, мобилизованный в белую армию, прошел с нею всю Сибирь и оказался в Манчжурии. Затем - Япония и, наконец, в 1921 г. - США. Там он продолжил свою учебу, получив со временем ученую степень бакалавра, а затем и магистра математики в Вашингтонском университете. В 1928 г. в Колумбийском университете Сергей Щелкунов защитил докторскую диссертацию.

В 1934 г. ученый разработал классическую электромагнитную теорию коаксиальных линий и цилиндрических экранов, показав уникальное свойство коаксиальных кабелей - повышение защищенности их цепей от взаимных влияний с ростом частоты (в противоположность симметричным кабелям).

По своей значимости для электросвязи теорию Щелкунова можно сравнить с теорией потенциальной помехоустойчивости в радиосвязи, разработанной академиком В. А. Котельниковым в его докторской диссертации 1947 г.

Чтобы понять революционную суть сделанного Щелкуновым, обратимся к истории электросвязи. Телеграфные кабели состояли из совокупности одиночных жил и "работали", как принято говорить, по однопроводной несимметричной схеме - обратным проводом каждой телеграфной цепи служила земля. С изобретением телефона и созданием телефонных кабелей для уменьшения взаимных и внешних влияний перешли на симметричные двухпроводные цепи.

Вся история развития систем связи характеризуется стремлением наиболее эффективно использовать кабельные цепи, будь они образованы медными токопроводящими жилами или же, как теперь, кварцевыми светопроводящими оптическими волокнами. Наиболее эффективно - по каждой паре жил передавать как можно больше телефонных разговоров (каналов), т. е. применить так называемое многоканальное уплотнение цепей. Чтобы обеспечить нормальное качество телефонного разговора, требуется передавать по линии токи частот от 300 до 3400 Гц. Поэтому на один телефонный канал отводится (с запасом) полоса частот в 4 кГц.

Исторически первая система уплотнения, внедренная в 1930 г., была двухканальной. За ней последовали 4-канальная, 12-канальная со спектром передаваемых частот 12 - 60 кГц, далее 24-канальная (12 - 108 кГц), 60-канальная (12 - 252 кГц) и, наконец, 120-канальная (12 - 252 и 312 - 552 кГц).

Дальнейшему увеличению частот передачи и, следовательно, росту числа каналов препятствовало все возрастающее взаимовлияние симме разговорах.

Согласно теории Щелкунова соосное расположение в коаксиальных парах обоих цилиндрических проводников обусловливает различное распределение электрического поля в них. Вследствие поверхностного эффекта плотность тока во внутреннем проводнике возрастает в направлении его наружной поверхности, а во внешнем, наоборот, ток концентрируется в основном у внутренней поверхности . Чем выше передаваемая по коаксиальной паре частота, тем сильнее эффект перераспределения токов. Благодаря этому ток помех от соседних коаксиальных пар все меньше смешивается с рабочим током, следовательно, его воздействие на качество передачи ослабевает и взаимное влияние между коаксиальными парами уменьшается. Таким образом, внешний проводник коаксиальной пары одновременно служит ее экраном.

В 1935 г. Щелкунов (со своими коллегами - авторами идеи применения коаксиальных кабелей для линий связи Л. Эспеншидом и А. Эффелем) высказал предположение, что по коаксиальному кабелю можно передавать телевидение или 200 телефонных разговоров одновременно. Действительность полностью подтвердила сделанный им прогноз: техника коаксиальных кабелей продемонстрировала стремительное развитие - от 224 каналов и спектра частот 1 МГц до 10800 каналов по каждой коаксиальной паре и спектра частот 60 МГц.

Экономическую эффективность коаксиальных кабелей иллюстрируют показатели расхода меди на 1 канало. км: для симметричной цепи при 120-канальной системе передачи - 340 г, а для коаксиальной цепи при 10800-канальном уплотнении - всего 22 г.

Коаксиальный кабель - единственный тип кабеля, по которому наряду с телефонными разговорами можно было передавать телевизионные программы, предусмотрев для каждого вида передачи определенное (четное) число коаксиальных пар. В 60-е годы передача телевещания по коаксиальным кабелям производилась между европейскими странами, включая Советский Союз, по сетям Евровидения и Интервидения.

Дальнейшего развития коаксиальные кабели не получили, т. к. в 80-е гг. на смену электрическим кабелям стали приходить волоконно-оптические - световодные кабели, в корне изменившие идеологию построения линий связи.

Однако заслуги С. А. Щелкунова не исчерпываются только созданием теории коаксиальных линий. Работая в американской телеграфной и телефонной компании AT&T ("Bell Systems"), он также стоял у истоков создания волноводов, разработал математическую теорию электромагнитного поля в них, определил возможные типы электромагнитных волн (мод), передаваемых по волноводам разного рода (цилиндрическим, прямоугольным, эллиптическим и др.), что было использовано в различных системах связи и радиолокации. При этом Щелкунов математически обосновал уникальное свойство симметричной магнитной волны Н01, коэффициент затухания которой при распространении по цилиндрическим волноводам уменьшается с возрастанием частоты, в отличие от других волн (рис. 4). Так, на частоте 15000 МГц (15 ГГц) затухание волны в Н01 в семь раз меер Сергей Александрович Щелкунов 2 мая 1992 г. в возрасте 95 лет.

Опубликованная им в 1934 г. в журнале "Bell Systems Technical Journal" (v.13) фундаментальная статья легла в основу всех отечественных монографий и учебников по коаксиальным кабелям. К сожалению, под влиянием идеологических догм ни в этих учебниках и монографиях, ни в изданиях Большой Советской Энциклопедии имя С. Щелкунова не упоминалось. Пришло время восстановить историческую справедливость.