

Тема “нетрадиционных” антенн по-прежнему интересна читателям журнала и вызывает обильную редакционную почту. Страницы журнала и в дальнейшем будут открыты для изложения позиций как их сторонников, так и противников. Надеемся, что пытливые и вдумчивые читатели способны отделить “зерна от плевел”, а развернувшаяся дискуссия окажется полезной и будет способствовать повышению технического уровня радиолюбителей.

В.КУДИНОВ, В.ФЕДОРОВ,
г.Липецк.

СТАРАЯ ТЕОРИЯ В “НОВЫХ” ТЕНДЕНЦИЯХ ПРАКТИКИ АНТЕНН

С момента осуществления первого сеанса беспроводной электросвязи прошло более ста лет. За это время аппаратура для приема и передачи сообщений через воздушное и безвоздушное пространство непрерывно совершенствовалась. Было внедрено множество изобретений, усовершенствованных различные части и узлы передатчиков и приемников эфирной связи. Не были обделены вниманием и антенны, являющиеся одним из важнейших элементов связной аппаратуры.

Прародителем всех современных антенн, безусловно, является полуволновой вибратор, использованный Генрихом Герцем в своих опытах по исследованию электромагнитных (ЭМ) волн в 1888 г. Принципы формирования ЭМ-волн с помощью “вибратора Герца” предельно просты и легко описываются дифференциальными уравнениями Максвелла, лежащими в основе электродинамики (кстати, являющейся классической). На основе “вибратора Герца” были созданы несколько классов антенн, работа которых может быть описана исходя из “основ основ” антенной теории — модели полуволнового вибратора. Несомненно, что вновь создаваемые антенны также подчиняются классическим законам электродинамики, открытым Гауссом, Фарадеем и дополненным и объединенным Максвеллом задолго до опытов Герца, Лебедева, Попова и Маркони.

В марте 1989 г. появилась публикация [1], описывающая, по словам авторов, принципиально новый метод формирования ЭМ-волн. В указанной публикации приводилось описание конструкции антенны, принцип работы которой был основан на этом методе. Фактически данной статьей обеспечивалась “раскрутка” патента [2] Соединенного Королевства, выданного профессору “заштатного” колледжа и его студенту. В данной ситуации интриговало то, что, по словам авторов-патентообладателей, в представ-

ленной ими конструкции был заложен новый принцип формирования ЭМ-волн. Одновременно с этим указывалось на чрезвычайно малые размеры “антенны перекрещенных полей” (или CFA-антенны) по сравнению с рабочими длинами волн ($< \lambda/200$).

Последний факт весьма заинтересовал коротковолнщиков, поскольку заманчиво иметь “ма-ахонькую” антенну для проведения радиосвязей в эфире, особенно в условиях крупных городов. Логично предположить, что при конструировании подобных антенн снижаются производственные расходы на их изготовление. И, несмотря на весьма отрицательные высказывания физиков-теоретиков и высококвалифицированных инженеров радиосвязи, многие радиолюбители изготовили и опробовали на практике CFA-антенну. В частности, группа любителей под руководством Брайана Уэллса изготовила CFA-антенну [3, 4] и сообщила о ее великолепной работе.

Фактически патентообладатели CFA-антенны отказались публиковать дополнительную информацию о ней, вероятно, для того чтобы скрыть всю нелепость подведенной теоретической базы, якобы лежащей в основе ее работы. Поскольку профессионалы сразу же отказались от использования CFA-антенн ввиду их действительной неэффективности [5], в “брошенную кость” вцепились в большинстве случаев теоретически малограмотные (к великому сожалению) коротковолнщики. В результате на свет появились удивительные антенны-мутанты (EH, Super-C) с не менее поразительным теоретическим обоснованием принципов их работы. Конструированием подобных антенн занялись также и отечественные радиолюбители, попытавшиеся на практике проверить достоинства CFA- и им подобных антенн. В [6] опубликован относительно добротный переведенный материал, взятый из зарубежных публикаций, который, к сожалению,

не претендует на право быть названным аналитическим.

К сожалению, в истории физики возникали случаи недобросовестной публикации результатов различных физических опытов (например, “с треском” провалившаяся теория “холодного” ядерного синтеза Флейшмана и Понса, кстати, тоже профессоров). Данные действия совершались по разным причинам, и, в первую очередь, в целях саморекламы. Причем страдают от подобных действий прежде всего “практики”, слепо подчиняющиеся руководству людей, имеющих “ученую степень” и якобы “несомненный авторитет”.

Для начала детально разберем принцип работы CFA-антенны. При этом, естественно, мы никак не сможем обойтись без теоретической базы. Для радиолюбителей, не имеющих представления о таких физических понятиях как векторы магнитной индукции и электрического поля и т.д. советуем обратиться к [7], иначе они никогда не смогут понять, что утверждения о “принципиально новом методе формирования ЭМ-волн” в CFA-антенне не имеют никакого практического обоснования.

“Сначала было слово”, т.е. уравнения Максвелла. Из четырех уравнений Максвелла наиболее важны два:

$$[\nabla \mathbf{E}] = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \quad [\nabla \mathbf{H}] = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}.$$

Авторы в [1, 6], не изобретая ничего нового, справедливо указали (и об этом расскажет любой преподаватель физики), что указанные уравнения можно записать в виде

$$\text{rot } \mathbf{E} = -\mathbf{B}', \quad (1)$$

$$\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j} + \mathbf{D}'. \quad (2)$$

Суть данных выражений также проста: из первого выражения следует, что изменяющийся во времени вектор магнитной индукции \mathbf{B} образует электрическое поле напряженностью \mathbf{E} , а из второго — что ток проводимости или изменяющийся во времени вектор электрического смещения может образовать магнитное поле напряженностью \mathbf{H} (к сожалению, в [6] имеется неточность — функция \mathbf{j} называется плотностью тока смещения, хотя на самом деле является плотностью тока проводимости). Выражение $\mathbf{j} + \mathbf{D}' \Rightarrow \text{DxH}$ также некорректно — следует читать

$$\mathbf{j} + \mathbf{D}' \Rightarrow [\nabla \mathbf{H}] \text{ или } \text{rot } \mathbf{H}.$$

Таким образом, Максвелл объединил вместе законы Гаусса, Ленца и Фарадея.

Следствием из (1) и (2) является тот факт, что электрическое поле (изменяющееся во времени) породит маг-

нитное, а то, в свою очередь, породит электрическое, причем теоретически данный процесс при определенных условиях в вакууме будет происходить бесконечно долгое время. Процесс смены полей будет происходить в определенном направлении, в котором и будет распространяться результирующая ЭМ-волна.

Применительно к "вibratorу Герца" следствия из уравнений Максвелла можно описать в упрощенном виде следующим образом. Предположим, что мы приложим к vibratorу некоторое радиочастотное напряжение. Поскольку vibrator имеет некое конечное волновое сопротивление, через него потечет электрический ток, неизбежно создающий, согласно (2), меняющееся магнитное поле. Кроме того, приложенное к vibratorу переменное напряжение создаст возле vibratorа переменное электрическое поле. Согласно (1) и (2), переменные магнитное и электрическое поля создадут, соответственно, электрическое и магнитное поля, которые будут уже свободными. Т.о. участки полей, непрерывно трансформирующиеся из магнитного в электрическое и обратно, покидают излучающий vibrator и свободно перемещаются в пространстве со скоростью света.

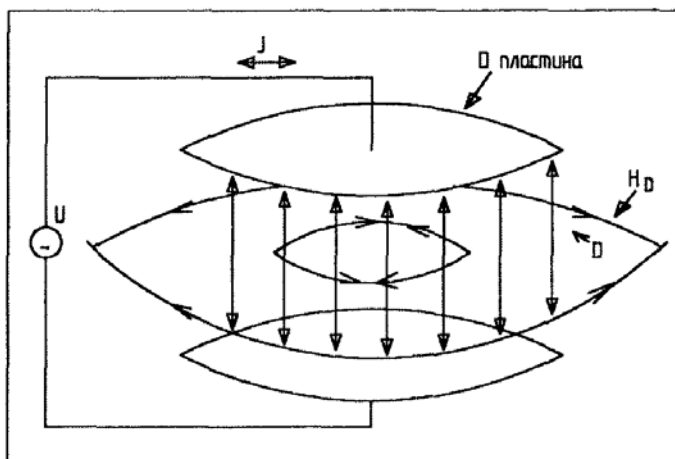
Анализируя работу "vibratorа Герца", основанную на законах классической электродинамики, можно сделать один из важнейших выводов: **меняющееся магнитное поле создает электрическое, которое, в свою очередь, создает магнитное, и т.д.** Следовательно, существование изменяющегося магнитного поля без электрического невозможно, так же как и существование электрического изменяющегося поля без магнитного.

Исходя из сделанного вывода, рассмотрим процесс формирования ЭМ-волн CFA-антенной. В своей работе [1] авторы указывают, что CFA-антенна формирует независимую электрическую и магнитную составляющую ЭМ-волны, которые, складываясь в пространстве, образуют, согласно уравнению Пойнтинга

$$S = E \times H, \quad (3)$$

результатирующую ЭМ-волну.

Как следует из приведенных выкладок, CFA-антенна должна, безусловно, иметь два независимых источника полей: один — формирующий магнитное поле и второй — электрическое. Начнем с источника магнитного поля. "Не открывая Америку", в [1] правильно указывается, что возможно формирование магнитного поля с



помощью двух пластин (см. рисунок), представляющих собой конденсатор больших размеров. Пластины получили наименование D-пластин (но не по букве D в теореме Пойнтинга, как утверждается в [6], поскольку в уравнении (3) вообще отсутствует намек на вектор электрического смещения). Данное название, по-видимому, поясняет то, что D-пластины создают вектор электрического смещения, создающего, в свою очередь, при наличии тока проводимости j, согласно (2), магнитное поле.

Проанализируем процесс образования магнитного поля. Допустим, мы прикладываем к пластинам синусоидальное напряжение U. При этом через пластины будет протекать некий ток, называемый током проводимости j (ввиду того что свободные заряды вытекают из одной обкладки импровизированного конденсатора и передвигаются к другой). Поскольку к D-пластинам прикладывается переменное напряжение, направление j периодически изменяется. Поэтому, в отличие от [1], на рисунке направления движения токов указаны в обоих направлениях. Ввиду того что электрическое смещение в зазоре конденсатора равно поверхностной плотности заряда на обкладках, плотность тока проводимости в обкладках равна плотности тока смещения в зазоре D-пластин. Следовательно, равенство этих плотностей приводит к тому, что на грани-

це D-пластин линии тока проводимости j непрерывно переходят в линии тока смещения D, а линии полного тока остаются замкнутыми. Авторы [1] указывают, что условиями существования D является наличие линий E, однако, в силу вышесказанного, это не так. Ток смещения возникает в пластинах D лишь при наличии тока проводимости j, периодически изменяющего свое направление. В конечном счете, протекающий в D-пластинах ток смещения, изменяющийся по си-

нусоидальному закону, создаст синусоидальное магнитное поле H_D. Если мы применим правило Био-Савара к геометрии пластин, то будем иметь круговое магнитное поле.

К сожалению, в работе [1] описание процессов, происходящих в пластинах D, на этом заканчивается, и авторы переходят к описанию опытов, подтверждающих наличие магнитного поля около D-пластин. Применим к данному случаю вывод, сделанный выше. Кроме создаваемого магнитного поля, D-пластины создают сильное электрическое поле с вектором напряженности E, которое будет динамически меняться во времени.

Таким образом, D-пластины будут создавать связанные поля (появляющиеся и исчезающие вместе с зарядами и током D-пластин). А поскольку формируемые электрическое и магнитное поля будут изменяться во времени, согласно уравнениям Максвелла, изменяющаяся магнитная составляющая связанного поля вызовет в его окрестности электрическое поле, а электрическое вызовет магнитное. Вновь образованные поля будут уже свободными и также будут трансформироваться в соответствующие поля, т.е. возникнет типичная ЭМ-волна, распространяющаяся в пространстве со скоростью света. Следовательно, можно утверждать, что если бы формируемые D-пластинами переменные магнитные и электрические поля не производили ЭМ-волну, то данный факт свидетельствовал бы о несостоятельности теории Максвелла.

Отсюда следует важный вывод — D-пластины CFA-антенны являются ничем иным как антенной, излучающей независимую ЭМ-волну. Анализируя рисунок, можно сделать вывод, что ЭМ-волны, излучаемые D-пластинами, будут вертикально поляризованными

(Окончание следует)



СТАРАЯ ТЕОРИЯ В “НОВЫХ” ТЕНДЕНЦИЯХ ПРАКТИКИ АНТЕНН

(Окончание. Начало в N4/2003)

Электрическое поле СFA-антенны формируется, по словам авторов [1], E-пластинами, представляющими собой два цилиндра. По мнению авторов СFA-антенны, E-пластины аналогичны плечам диполя (“вibratora Герца”), однако они имеют размеры во много раз меньше рабочих длин волн.

E-пластины, несомненно, помимо электрического поля, создают и магнитное. Это происходит, потому что напряжение, приложенное к цилиндрам, создает ток проводимости j и равный ему ток смещения, линии которого будут соединять края этих цилиндров. Таким образом, E-пластины, согласно (2), создают магнитное поле. Связанные электрическое и магнитное поля образуют, согласно (1) и (2), соответствующие свободные поля, распространяющиеся в пространстве и образующие независимую ЭМ-волну, имеющую вертикальную поляризацию. Выбранная геометрия расположения H- и E-пластин позволяет сделать вывод о том, что ЭМ-волна, формируемая E-пластинами, будет

иметь меньшую интенсивность, чем ЭМ-волна, сформированная H-пластинами.

Чтобы практически подтвердить сделанные выводы, был проведен ряд опытов с СFA-антенной, описанной в [3, 4]. Вначале были изготовлены симметрирующе-согласующее устройство (ССУ) и D-пластины. Параметры ССУ были изменены таким образом, чтобы обеспечить оптимальное согласование СFA-антенны на частоте 37 МГц. Выход на E-пластины был подключен к нагрузочному резистору (E-пластины на макетной конструкции не монтировались). На вход ССУ подавался синусоидальный сигнал частотой 37 МГц и амплитудой 20 В на сопротивлении нагрузки 50 Ом. Прием велся на петлю [1], подключенную к осциллографу с полосой пропускания до 120 МГц. Принимаемый сигнал успешно детектировался в различных направлениях от источника на расстоянии 50 м от D-пластин с примерно одинаковой амплитудой. Соответственно, был сделан вывод о факте приема магнитного поля (как было сообщено в [1]).

Для того чтобы доказать, что принимаемое магнитное поле является со-

ставной частью ЭМ-волны, излучаемой D-пластинами, была собрана антенна, принимающая электрическую составляющую ЭМ-волны. Она представляет собой четвертьволновой вертикальный штырь, оснащенный собственным ССУ. Как и следовало ожидать, сигнал был зарегистрирован на расстоянии 50 м от D-пластин в нескольких направлениях от источника ЭМ-волны. Таким образом, практически был доказан факт излучения ЭМ-волны D-пластинами СFA-антенны.

В дальнейшем D-пластины были демонтированы с конструкции СFA-антенны, и были установлены E-пластины, подключенные к ССУ. Выход на D-пластины был подключен к нагрузочному резистору. Измерения проводились с помощью петли и штыря. Также были зафиксированы факты приема магнитной и электрической составляющих на расстоянии 50 м от E-пластин в различных направлениях от источника ЭМ-волны.

Сравнение уровней принимаемых электрических и магнитных компонентов ЭМ-волн, формируемых D- и E-пластинами, показало, что E-пластины формируют более слабую ЭМ-волну, нежели D-пластины.

Как следствие, из проведенных расчетов и опытов был сделан вывод, что СFA-антенна не является, как это указано в [1, 6], устройством, работающим по принципам, отличных от классических и описываемых стандартными законами электродинамики. СFA-антенна представляет собой систему из двух антенн,

запитываемых независимо друг от друга. Наличие в подобной системе двух антенн, рабочие поверхности которых существенно укорочены относительно рабочих частот, делает процесс настройки CFA-антенны весьма сложным. Проанализируем поведение формируемых ЭМ-волн.

Предположим, что формируемые одинаково поляризованные ЭМ-волны имеют компоненты $E_{(E)}$ и $H_{(E)}$ (для E-пластин), а также $E_{(D)}$ и $H_{(D)}$ (для D-пластин). Суммирование двух ЭМ-волн в пространстве производится по вектору

$$E_{(E)}H_{(E)} + E_{(D)}H_{(D)} + E_{(E)}H_{(D)} + E_{(D)}H_{(E)} \quad (4)$$

Данные векторы определяют результирующую амплитуду и фазу ЭМ-колебаний CFA-антенны. Обе пары пластин формируют одинаковую диаграмму направленности и совпадающие фазовые центры. Высокая проводимость, необходимость полного совмещения фазовых центров требуют точной установки амплитуд и фаз колебаний, запитывающих пластины E и D, поэтому необходимо точное изготовление ССУ с его последующей настройкой. Необходимость установки ССУ, согласующих и настроечных цепей увеличивает потери в фидерном устройстве. К тому же, явно заниженные по сравнению с рабочими частотами геометрические размеры CFA-антенны делают КПД CFA-антенны во много раз ниже, чем у полноразмерного полуволнового диполя.

Был проведен следующий опыт. На макетном конструктиве CFA-антенны были установлены E- и D-пластины. Через настроенное ССУ подавался сигнал частотой 37 МГц и амплитудой 20 В на сопротивлении нагрузки 50 Ом. С помощью четвертьволнового штыря, подключенного к милливольтметру переменного напряжения, была измерена напряженность электрического поля на расстоянии 50 м от CFA-антенны. После этого CFA-антенна была заменена четвертьволновым штырем с соответствующим ССУ, и также была измерена напряженность электрического поля на расстоянии 50 м от излучающей антенны. Сравнение полученных результатов дало приблизительно равные величины напряженности, хотя по расчетным данным ожидался выигрыш в случае CFA-антенны как минимум в 2 раза. Логично предположить, что с уменьшением рабочей частоты возрастут потери в ССУ, эффективная излучающая поверхность антенны уменьшится, а КПД снизится.

Отсюда можно сделать главный вывод — CFA-антенна является системой из двух антенн, причем эффективность ее работы зависит от геометрических размеров. При размерах CFA-антенны, соизмеримых с длиной волны, на которой

она работает, возможна ее эффективная работа, например, CFA-антенну можно использовать на любительских диапазонах 10, 14 и 20 м. На более низких частотах эффективность CFA-антенны, имеющей, например, высоту 10 м, плавно снижается, а КПД такой антенны в диапазоне 160 м составляет 12% при условии оптимальной настройки ССУ.

Следующей подверглась тестированию модифицированная CFA-антенна [6, рис 1]. Для этого в используемом макетном конструктиве CFA-антенны были удалены нижние E- и D-пластины. Верхние пластины были установлены на противовесе, представляющем собой однородную дюралюминиевую пластину толщиной 2 мм и размерами 1,5x1,5 м. ССУ было модифицировано таким образом, что пластины запитывались несимметричными фидерными линиями. При подключении по отдельности D- и E-пластин, было также определено, что они излучают две независимые ЭМ-волны. Напряженность поля ЭМ-волны по сравнению с полноразмерной CFA-антенной упала более чем в два раза. Фактически т.н. модифицированная CFA-антенна представляет собой систему, состоящую из дисковой антенны и четвертьволнового цилиндра (полного или укороченного). Следовательно, модифицированная антенна также работает на принципах классической электродинамики. Ее эффективная работа возможна при размерах, соизмеримых с рабочими длинами волн. При этом эффективность модифицированной CFA-антенны по сравнению с полноразмерной существенно ниже. Главным фактором при выборе данной антенны является ее компактность (эффективность модифицированной антенны “оставляет желать лучшего”).

Следующими “на ринг” вызываются EH-антенны. Т.н. EH-антенны, вероятно, появились в результате практической модификации CFA-антенны. Как было сказано выше, в CFA-антенне, как правило, довольно трудно настроить ССУ. При неправильной настройке существенно искажается диаграмма направленности CFA-антенны, снижается мощность излучения, возрастают потери в антенне и фидере. На практике точная настройка возможна при наличии соответствующих навыков и приборов. Несомненно, указанные трудности подвели многих радиолюбителей, повторивших конструкцию CFA-антенны и не справившихся с ее настройкой, к мысли исключить из конструкции D-пластину. Естественно, что получившаяся антенна излучала радиоволны с круговой диаграммой направленности. В лучшем случае, при геометрических размерах, соизмеримых с длинами рабочих волн, данные антенны имели относительно высокую эффективность. При относи-

тельном уменьшении размеров, эффективность существенно снижалась. Во втором случае антенна становилась укороченной, а для компенсации ее реактивности использовались различные “удлиняющие” индуктивности. Возможно, жажда славы подтолкнула некоторых экспериментаторов к “маленькой афере,” и с их легкой руки появился “новый” вид антенн, который назвали EH-антеннами.

Естественно, данные изобретатели не имели тех знаний, которыми обладали авторы [1], чтобы замаскировать теоретическую несостоятельность своих детищ, посему сколько-нибудь внятного описания теоретических принципов работы EH-антенн в различных публикациях не обнаружено. Прежде всего необходимо обратить внимание на само название данного типа антенн — EH. Авторы этой антенны утверждают, что данное название антенна получила по причине того, что электрические и магнитные поля в ней образуются и существуют одновременно. Но по данному принципу работают все существующие типы антенн. Это следует из теоремы Пойнтинга, поскольку для выполнения условия (3) поля E и H должны быть синфазны. Следовательно, в основе работы EH-антенн лежат классические законы электродинамики, и ничего нового в теорию антенн авторы данного типа антенн не внесли.

Рассмотрим т.н. дипольную EH-антенну [6, рис 3]. Высокий КПД данной антенны возможен при ее длине не менее $\lambda/2$ (где λ — рабочая длина волны). Авторы EH-антенн утверждают, что при уменьшении диполя до размера 1% от λ , возможна его эффективная работа. Работа-то возможна, но вот будет ли эта работа эффективной? В [8] опубликованы отличные результаты эксперимента, подтверждающие неэффективность работы дипольной EH-антенны, являющейся по сути укороченной дипольной антенной, да еще с некорректно выполненным ССУ. Несомненно, реактивность укороченного диполя необходимо компенсировать внешней индуктивностью. Однако поскольку диполь симметричный, обязательно наличие двух внешних индуктивностей, подключаемых к обоим плечам диполя. В [6] автор утверждает, что для работы EH-антенны достаточно одной катушки индуктивности, однако для лучшей работы необходимо использовать более сложную цепь согласования. Дополняя автора, заметим, что при наличии двух катушек, включенных в каждое плечо диполя, эффективность антенны возрастет в 2 раза! Если же используется одна катушка, второе плечо, в общем, не нужно, что и доказано в [8], т.е. укороченный полуволновой диполь трансформируется в укороченный четвертьволновой штырь. Кроме того, не-

обходимо помнить, что на диполь необходимо подавать симметричное напряжение, иначе одно из плеч диполя излучать не будет.

Неверно утверждение о том, что ЕН-антенны не являются резонансной структурой. Для анализа работы ЕН-антенны необходимо использовать данные внешней индуктивности удлиняющих катушек, которая образует с конструктивной емкостью антенны колебательную систему, определяющую частоту ЭМ-волн, генерируемых ЕН-антенной.

Поскольку, как было сказано выше, для нормальной работы ЕН-антенны необходимы удлиняющие катушки, в ней имеются дополнительные цепи с существенными реактивными сопротивлениями, увеличивающимися с уменьшением геометрических размеров антенны. Поэтому, фактически, напряжение на диполе ЕН-антенны и токи смещения существенно снижаются, и практически напряженности Е- и Н-полей ЕН-антенны составляют несколько процентов от Е- и Н-полей классического диполя. В [6], наоборот, указывается на эффективность ЕН-диполя, и совершенно не учитываются потери в удлиняющих индуктивностях.

Из всего вышесказанного следует, что существует частотная зависимость волнового сопротивления ЕН-антенны.

Размеры ЕН-антенны влияют на диаграмму направленности. Если диаграмма направленности в горизонтальной плоскости круговая, и практически не зависит от размера антенны, то в вертикальной плоскости излучение антенны имеет разное распределение (в зависимости от размеров вибраторов). При уменьшении длины вибраторов форма поля Е будет изменяться таким образом, что ЭМ-волны будут излучаться под более широким углом по сравнению с антенной больших размеров. Таким образом, часть излучаемой мощности будет бесполезно передаваться в сторону земли и верхних слоев атмосферы.

Для проверки эффективности ЕН-антенны был проведен следующий опыт. Была изготовлена передающая ЕН-антенна, представляющая собой две трубы диаметром 50 мм и длиной 2,4 м. Трубы образовали плечи диполя с расстоянием между ними 20 см. На полученный диполь через ССУ подавалось синусоидальное напряжение частотой 30 МГц и амплитудой 20 В на сопротивлении нагрузки 50 Ом. Диполь устанавливался вертикально. Сигнал принимался на четвертьволновой штырь, оснащенный ССУ и индикатором уровня принимаемого сигнала. Напряженность поля, измеренная на расстоянии 50 м от ЕН-антенны, по сути, являющейся "вибратором Герца", оказалась равномерной в разных направлениях.

В дальнейшем диполь был укорочен в 10 раз (длина плеч — по 25 см), т.е. его геометрические размеры составляли 10% от рабочей длины волны. ССУ использовалось прежнее, сигнал на его входе имел те же параметры. Измерения приемным штырем показали, что антенна практически не излучала.

Затем плечи ЕН-антенны были подключены к ССУ через удлиняющие индуктивности. Антенна начала излучать, однако измерения показали снижение напряжения на выходе приемной антенны на 23 дБ, т.е. КПД антенны существенно уменьшился.

Сделаем основной вывод: ЕН-антенна — обычный укороченный диполь. При его нормальном согласовании КПД антенны пропорционально уменьшается с увеличением отношения длины рабочих волн к длине плеч диполей ЕН-антенны. Практическое использование укороченных ЕН-антенн ограничено ввиду их неэффективности.

В заключение была проанализирована работа "антенны Super-C" [6, рис.9]. Теоретически было рассчитано, что антенна, выполненная из цельных листов металла, при геометрических размерах, соизмеримых с длинами волн на рабочих частотах, должна излучать ЭМ-волну. Использование вместо металла сетки должно резко снизить КПД антенны (тем больше, чем реже ячейка сетки). Диаграмма направленности подобной антенны будет сильно искажена. При уменьшении размеров антенны по сравнению с рабочими частотами, растет реактивное сопротивление антенны, и излучение ЭМ-волн возможно лишь при включении дополнительных компенсирующих индуктивностей. При этом КПД антенны сильно падает пропорционально уменьшению размеров антенны по сравнению с рабочими частотами.

Был проведен опыт, аналогичный предыдущему, т.е. сравнивались напряженности поля, создаваемые четвертьволновым штырем на частоте 30 МГц и антенной "Super-C" [6]. Указание на то, что антенна настраивается "маленькой индуктивностью" — "чепуха чистой воды". При указанных в [6] данных, антенна не излучала ЭМ-волн (скорее всего, у авторов данной антенны излучает фидер, либо они умышленно скрывают данные "настроечной" катушки). Антенна стала излучать ЭМ-волны только после существенного увеличения количества витков "настроечной" катушки, которая является удлиняющей. КПД антенны "Super-C" оказался существенно ниже КПД четвертьволнового штыря. Кроме того, отметим, что антенна запитывалась симметрично, а посему использовались две удлиняющие катушки. При несимметричном питании антенны было обнаружено уменьшение принимаемого сигнала

в 2 раза. Когда убрали нижнюю площадку, КПД антенны не изменился. Таким образом, утверждения авторов антенны "Super-C" с описанным в [6] способом ее запитки о каких-то новых принципах работы их детища являются сущей абракадаброй.

В завершение отметим, что, по сути, авторы СФА-антенн и их производных ведут нечестную политику "проталкивания" своих детищ. На часто задаваемый вопрос: "Почему вы не верите в работоспособность новых антенн, ведь у их авторов имеются даже патенты на их изобретения?", можно ответить, что во многих странах (например, в Корее и Японии) патенты выдаются на любые изобретения, касающиеся даже косметического изменения какого-либо процесса. В Японии подобных авторов даже поощряют материально. Посему наличие патента у правообладателя на какое-либо изобретение не является основанием считать это изобретение работоспособным. Кроме того, заметим, что ни один грамотный инженер не признал эффективности рассмотренных выше антенн. В профессиональной практике СФА- (и им подобные) антенны не применяются (может быть, за исключением Египта, правительство которого, по-видимому, попало под влияние громких имен и ученых степеней изобретателей СФА-антенны).

А посему еще раз подтверждаем "народную мудрость", взятую в качестве эпиграфа в [8]: "Сколько волка ни корми, а слон все равно больше".

Литература

1. F.M.Kabbary, M.C.Hately and B.G.Stewart. Maxwell's equations and Crossed-field Antenna. — EWAWW, 1989, March, p.216.. 218.
2. M.C.Hately and F.M.Kabbary. TWIN-Feeder Crossed-field Antenna Systems. — UK patent application 8802204, 1988, February.
3. Bryan Wells. CFA-experiments. — EWAWW, 1989, November.
4. Bryan Wells. CFA-experiments. — EWAWW, 1990, March, p. 235...255.
5. Letters. H.W.Hawkes, EWAWW, 1990, March, p. 253; P.Brooking, A.P.Burgess, EWAWW, 1991, February, p.150; L.A.Jones, EWAWW, 1989, Julie, p.623-624.
6. В.Гусман. Новые тенденции в теории и практике антенн. — Радиомир. КВ и УКВ, 2002, NN5-10.
7. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Том 6. Электродинамика. — М.: Мир, 1977.
8. И.Гончаренко. МА-ахонькие антенны. — Радиомир. КВ и УКВ. 2002, N10, С.30...32.