

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации СКУЛКИНА С.П. «Методы расчета пространственно-временных характеристик сверхширокополосных апертурных антенн», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика

Диссертация Скулкина С.П. посвящена созданию эффективных методов расчета характеристик апертурных антенн во *временной области*. Если для расчета параметров антенн этого класса в *частотной области* теория была разработана много лет назад и сегодня описана во всех учебниках, то переход во временную область в большинстве известных публикаций связан с резким возрастанием вычислительных трудностей. Потребность в создании универсальных и мощных в вычислительном отношении методов существенно возросла при разработке радиоэлектронных систем, оперирующих со сверхширокополосными сигналами. Параллельно с этим внедрение в практику экспериментальных методов исследования характеристик сверхширокополосных апертурных антенн по результатам измерений полей в ближней зоне, в свою очередь, нуждается в указанных методах. Перечисленные особенности придают диссертационной работе Скулкина С.П. характер особо *актуальной разработки*.

Основой диссертационной работы Скулкина С.П. является разработка метода расчета полей апертурных антенн во временной области. В известной литературе можно встретить многочисленные попытки решения указанной задачи, но они, как правило, применимы в частных случаях и не отличаются высокой эффективностью. Автору диссертации удалось задачу решить наиболее оптимальным образом за счет удачного применения формулы интегрирования δ -функции от сложного аргумента. Это позволило при вычислении импульсной переходной характеристики (ИПХ) поля апертурной антенны для каждого момента времени перейти от интеграла по поверхности к одномерному интегралу, что и явилось причиной повышения эффективности метода.

Указанный метод вычисления в работе применен к получению выражений для широкого круга задач, возникающих при проектировании сверхширокополосных апертурных антенн. Автором развит разработанный метод расчета применительно к анализу во временной области антенн с круговой апертурой. Получены соотношения для полей такой антенны с равномерным распределением амплитуды в раскрыве применительно к дальней и ближней зонам, определены ИПХ полей, проанализировано изменение формы излучаемого импульса, рассмотрено влияние зонда установки для определения полей по результатам измерения в ближней зоне на временную зависимость излучаемого апертурой поля. Следует отметить характерную особенность диссертации: решение задачи об излучении апертурной антенны рассматривается «параллельно»

но» с вопросами построения измерительных систем ближнего поля и трансформации результатов в поля дальней зоны. Подробно проанализированы ИПХ полей и их первообразных в ближней и дальней зонах. Аналогичные исследования выполнены для круглых апертурных антенн с неравномерным (спадающим к краям) распределением амплитуды поля. Получены расчетные соотношения, отличающиеся простотой и вычислительной эффективностью. Особый интерес представляют результаты изучения и выявленные закономерности поведения формы импульса по мере удаления от апертуры.

Рассмотренные в первом разделе диссертации методы и результаты исследования полей прямоугольной и круглой апертур во временной области позволили автору разработать теорию и методы расчета параболических зеркальных антенн двух наиболее популярных типов: прямофокусной и офсетной. В основу теории положен широко известный токовый метод, точнее, его модернизация во временной области. Показано, что вычисление интегралов по поверхности зеркала резко упрощается при использовании разработанной автором техники интегрирования δ -функции сложного аргумента, позволяющей свести двумерное интегрирование к одномерному. Данный подход позволил получить выражения для расчета векторных полей ближней зоны в очень простом виде, что обеспечило возможность провести сравнительный анализ ИПХ полей излучающих апертур и зеркальных антенн. На основании выполненных исследований сделаны практически важные выводы и рекомендации для решения вопросов выбора типа антенны для работы со сверхширокополосными сигналами.

Третий и четвертый разделы диссертации посвящены теории построения измерительных систем, основанных на результатах определения характеристик полей в ближней зоне антенны, полученных во временной области. Проведены детальные исследования взаимодействия излучающей апертуры и зонда. Отдельно рассмотрено влияние зондов различных типов (линейные, точечные и апертурные). Выработаны поправки в определение критериев дальней зоны антенны для линейных и круглых апертур при измерениях во временной области. Исходными данными при этом служат требования обеспечения минимума ошибок определения коэффициента усиления антенны и уровней боковых лепестков.

На основании полученных результатов разработаны методики реконструкции временных зависимостей полей антенны в дальней зоне. Получены аналоги расчетных соотношений, известных для монохроматических измерений и обобщенных для полей со сложной зависимостью от времени. Для плоской и сферической поверхностей сканирования зонда проведен анализ ошибок измерений во временной области, определено необходимое количество точек измерений полей в ближней зоне. Отдельно исследованы особенности восстановления поля в дальней зоне для сверхширокополосного импульсного сигнала.

Оценивая диссертационную работу Скулкина С.П., следует отметить, что автором разработан метод расчета сверхширокополосных апертурных антенн непосредственно во временной области. Предложенный в работе метод вычисления двойных интегралов позволил получить простые расчетные соотношения, составившие основу для последующего анализа физических процессов излучения антеннами сложных сигналов. Дальнейшим развитием метода явилось создание теории реконструкции полей в дальней зоне по данным измерения ближних полей непосредственно во временной области. Указанные результаты диссертации, безусловно, обладают *научной новизной*. Кроме того, необходимо отметить, что вышеперечисленные главные теоретические положения работы имеют большое *практическое значение* для создания новых типов антенных систем и измерительных установок, не требующих больших полигонов.

Все важнейшие результаты диссертации опубликованы в значительном количестве работ, включая 17 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, и апробированы на 21 конференции. Автореферат диссертации достаточно полно отражает содержание работы, написан четко, логично и лаконично.

К недостаткам работы следует отнести отсутствие результатов исследования ИПХ зеркальных антенн с теми типами облучателей, которые чаще всего используются в практике. Аналогичное замечание касается измерительных зондов. По-видимому, как облучатели, так и зонды способны оказывать заметное влияние на ИПХ всей системы.

Указанные замечания в большей степени носят характер пожеланий и на выводы о качестве диссертации существенного влияния не оказывают.

Считаю, что работа Скулкина С.П. отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Обуховец Виктор Александрович
Доктор технических наук, профессор.
Южный федеральный университет,
профессор кафедры антенн и
радиопередающих устройств.
344006, ул.Б.Садовая, 105/42,
г. Ростов-на-Дону,
тел. 8-928-213-5104,
e-mail: vao@tgn.sfedu.ru


11.04.16

Подпись профессора Обуховец В.А.
ЗАВЕРЯЮ:
Директор института радиотехнических систем
и управления
Южного федерального университета



С.Г.Грищенко