Конкурс «Премия «Авиастроитель года»

Номинация « Лучший инновационный проект»

Краткое описание выполненных работ, технологий

«Инновационные методы разработки сверхширокополосной системы антенна – обтекатель - алгоритм обработки сигналов (компенсация ошибок) для перспективных станций непосредственной радиотехнической разведки (СНРТР) и пассивных радиолокационных головок самонаведения (ПРГС) противорадиолокационных ракет (ПРР) классов «воздух-поверхность», «воздух-воздух».

АО «Центральное конструкторское бюро автоматики», 2016 г.

1. Цель

Целью работы является:

- исследование технологий создания систем антенна-обтекатель (антенная система-обтекатель) с минимальными вносимыми ошибками;

- исследование новых цифровых методов и разработка технологий уменьшения ошибок антенной системы и обтекателя;

- исследование методов и разработка алгоритмов компенсации предварительно измеренных ошибок антенной системы и обтекателя, в том числе для произвольной поляризации сигналов.

Повышение тактико-технических характеристик сверхширокополосных пеленгационных систем в настоящее время возможно только при проектировании радиопрозрачных обтекателей с учетом электродинамического взаимодействия в системе антенна-обтекатель. Уменьшение ошибок системы антенна-обтекатель более чем в два раза по сравнению с существующими системами обеспечит создание пассивных систем наведения и радиотехнической разведки, работающих

в сверхширокиx полосах частот, широком диапазоне углов и использующих высоконагруженные по механической и тепловой прочности обтекатели.

Выполнение данной работы позволило расширить функциональные возможности антенной техники при возрастающих эксплуатационных требованиях, в том числе для перспективных гиперзвуковых ЛА, а также повысить уровень зрелости и уровень исследований и разработок критических технологий Российской Федерации, утвержденных указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899.

Уровень зрелости технологии оценивается по следующей шкале:

1 – фундаментальные исследования;

2 – исследование и демонстрация выполнимости;

3 – разработка технологии;

4 – демонстрация технологии;

5 – разработка системы/ подсистемы;

6 – тестовая система, запуск и освоение производства.

Моделирование позволяет снизить на 20 % затраты стоимости проектов, а так же увеличивает на 50 % вероятность окончания НИОКР в срок. Это достигается путем сознательного сдвига усилий на ранней стадии НИОКР, где цена ошибки экспоненциально меньше. Оценка приведена по данным Международной ассоциации системной инженерии.

В ходе работы решены следующие задачи:

- разработана концепция построения системы антенна – обтекатель (антенная система – обтекатель) с минимальными вносимыми ошибками;

- проведены исследования современных материалов и проработаны возможности создания новых материалов с требуемыми теплопрочностными и радиотехническими характеристиками;

- разработан алгоритм компенсации предварительно измеренных ошибок антенной системы и обтекателя;

- проведено математическое моделирование, лабораторные исследования.

2. Описание

Важным элементом современных СНРТР и ПРГС являются сверхширокополосные системы «антенна – обтекатель» с перекрытием по диапазону частот 10:1, 20:1 и выше, технические параметры которых (коэффициент усиления, неискаженность диаграммы направленности) в значительной мере определяют дальность обнаружения и точность измерения угловых координат цели.

Антенный обтекатель, являясь конструктивным элементом сверхширокополосной системы, предназначен для защиты сверхширокополосных антенн, работающих в диапазоне ультравысоких (УВЧ) и сверхвысоких (СВЧ) частот, от влияния климатических факторов, механических, термических и эрозионных воздействий. Жёсткие условия эксплуатации антенных обтекателей в воздушном потоке на сверхзвуковых скоростях накладывают дополнительные требования по стойкости к аэродинамическому нагреву и воздушно-капельной эрозии при высоких скоростях самолета.

Одновременно антенный обтекатель должен иметь максимально возможный коэффициент прохождения (КП) электромагнитных волн через его стенку во всем диапазоне рабочих частот и вносить минимальные искажения в диаграмму направленности антенны. АО «ЦКБА» разработан банк данных материалов РПО.

Разработка бортовых антенн (антенных систем), укрытых обтекателем, в настоящее время невозможна без использования современных технологий проектирования, учитывающих разнообразную топологию структуры, включая возможности синтеза и оптимизации формы обтекателя и взаимного расположения обтекателя и антенной системы. Электродинамические модели обтекателей позволяют рассчитать их характеристики в широкой полосе частот.

Трехмерное (3D) моделирование и электродинамический расчет позволяют ещё на этапе проектирования отработать единичные элементы системы, провести полный анализ характеристик самой антенны, определить требования к форме, структуре и толщине стенки обтекателя, а также к расположению антенн под обтекателем. ПО позволяет сшивать отдельные данные расчетов.

3. Актуальность

Анализ мирового опыта военных конфликтов показывает, что в настоящее время в сфере развития управляемых средств поражения из состава комплексов РЭБ наблюдается значительное возрастание роли высокоточного оружия в решении ударных задач.

Локальные войны последних десятилетий, и прежде всего военные операции в Ираке и Афганистане, выявили недостаточную оперативность обычного высокоточного оружия. При выполнении боевого задания, проходит слишком большое время с момента обнаружения цели и принятия решения об атаке до ее поражения. Поэтому, в современных условиях требуется оружие быстрого реагирования и высокоточного действия на большом расстоянии, достигающем десятки тысяч километров.

Одним из направлений исследований по выполнению указанных требований за рубежом является создание гиперзвуковых систем вооружения (ГЗСВ).

Задача предстоящего десятилетия заключается в том, чтобы новая структура Вооружённых Сил смогла опереться на принципиально новую технику. На технику, которая «видит» дальше, стреляет точнее, реагирует быстрее, чем аналогичные системы любого потенциального противника.

На этапе разработки ГЗСВ четко обозначилась проблема создания радиопрозрачных укрытий (обтекателей) для антенных систем, функционирующих в широком диапазоне несущих частот (от долей до десятков гигагерц) в условиях экстремальных тепловых и механических нагрузок. Традиционные подходы к проектированию обтекателей, успешно применявшиеся для проектирования изделий предыдущего поколения, для перспективных изделий неприменимы. Единственной возможностью обеспечить работоспособность перспективных изделий с физически реализуемыми обтекателями является принципиальное изменение подходов к проектированию изделий в целом. Необходима комплексная разработка системы обтекатель – антенная система – алгоритм обработки сигналов (компенсация ошибок).

Выполненная работа соответствует целям «Программы создания перспективных авиационных изделий на период до 2035 года».

4. Текущий статус – достигнутые результаты

Основная техническая концепция, положенная в основу данной работы — это анализ возможностей и создание перспективных изделий на основе новых для предприятия подходов к проектированию выпускаемых изделий.

Инструменты для выполнения данной концепции были реализованы в виде построения перспективного изделия на основе математических моделей антенн и антенных систем, разработанного программного обеспечения (ПО), создания базы характеристик радиопрозрачных и радиопоглощающих материалов, методов и технологий создания радиопрозрачных обтекателей, разработки и внедрения новых алгоритмов обработки пеленгационной информации для построения пеленгационных систем.

Инновационные методы разработки реализованные в АО «ЦКБА», представлены в виде схемы, изображенной на рисунке 1.

АО «ЦКБА» провело ряд мероприятий по организации автоматизированных рабочих мест. В настоящее время предприятие располагает:

- лицензионным пакетом трехмерного моделирования и электродинамического расчета HFSS (фирма ANSYS);

- рабочей станцией с 24 процессорами и 256 Гб ОЗУ. Рабочая станция обеспечивает сетевой доступ группе пользователей к пакету электромагнитного моделирования;

- рабочей станцией с 12 процессорами и 64 Гб ОЗУ с набором программ собственной разработки, обеспечивающих как подготовку к моделированию, так и работу с данными, получаемыми в ходе моделирования.

- автоматизированным измерительным комплексом (АИВК) для антенных измерений.

На сегодняшний день в АО «ЦКБА» 3D электромагнитное моделирование является одной из составлющих общего подхода к моделированию пеленгационных систем.

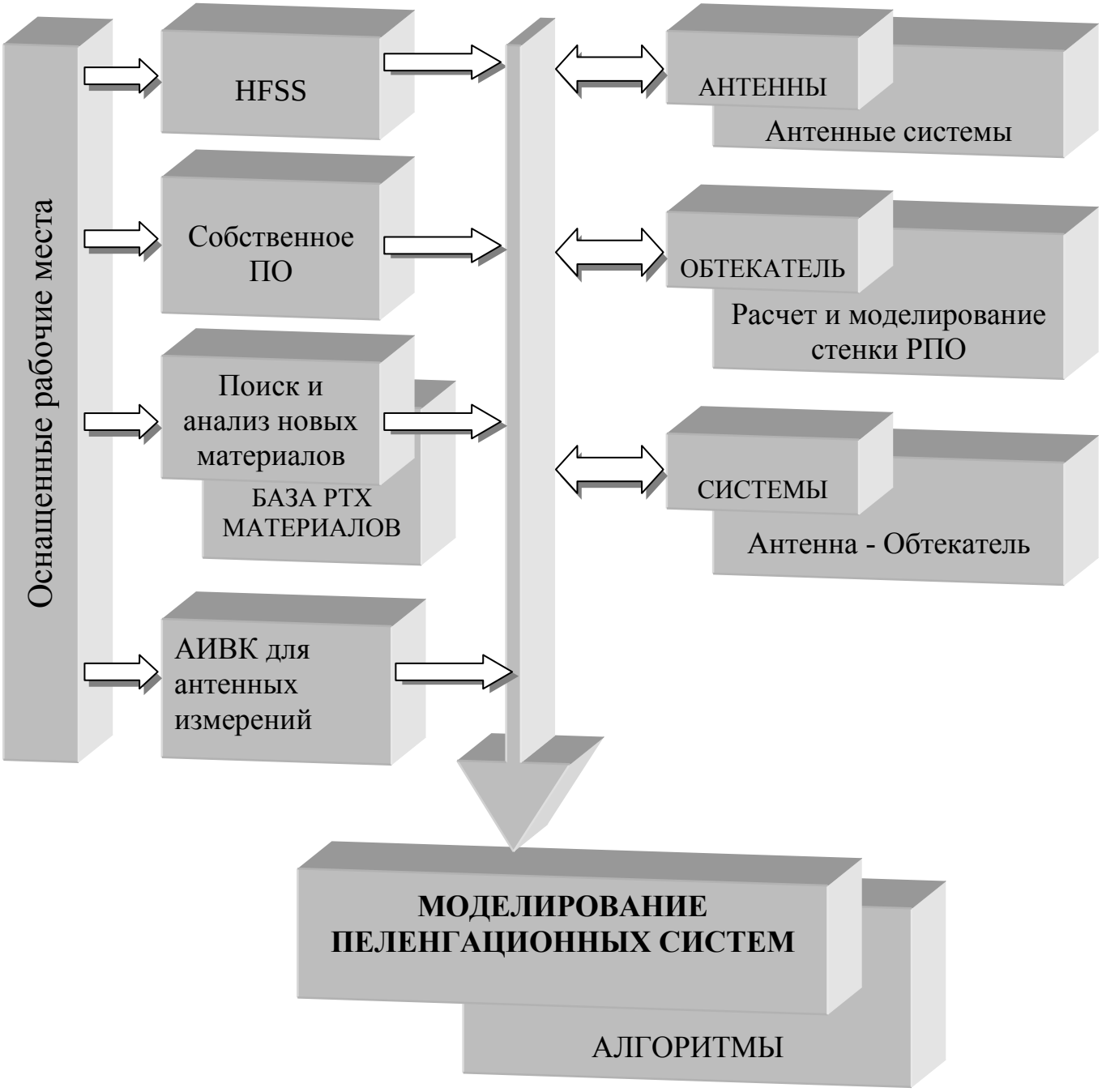


Рисунок 1 – Инновационный метод разработки

Рассмотрим, на примерах одиночных антенн возможности моделирования. В среде 3D-электродинамического моделирования построена модель спиральной антенны. Антенна без обтекателя. Внешний вид модели приведен на рисунке 2.

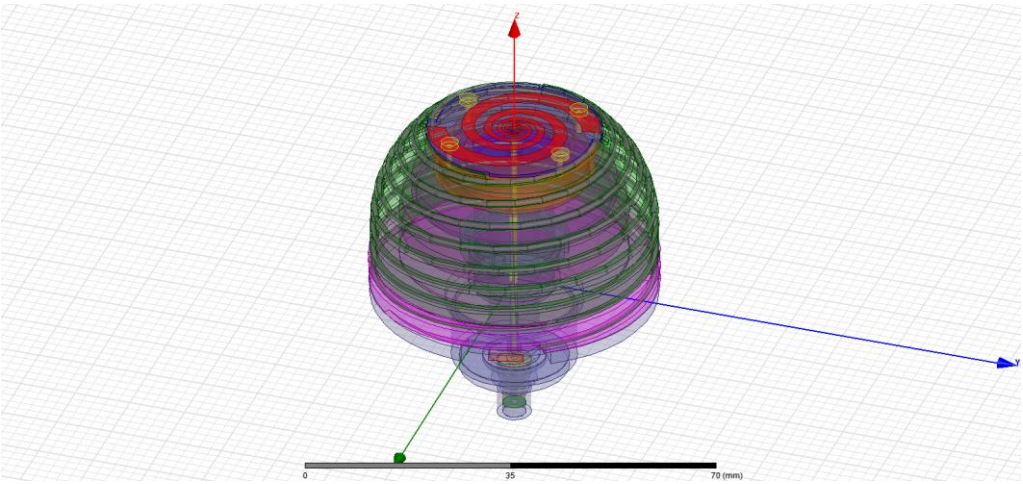


Рисунок 2 – Модель антенны

Ниже, на рисунках 3, 4 приведены результаты электродинамического расчета данной модели антенны.

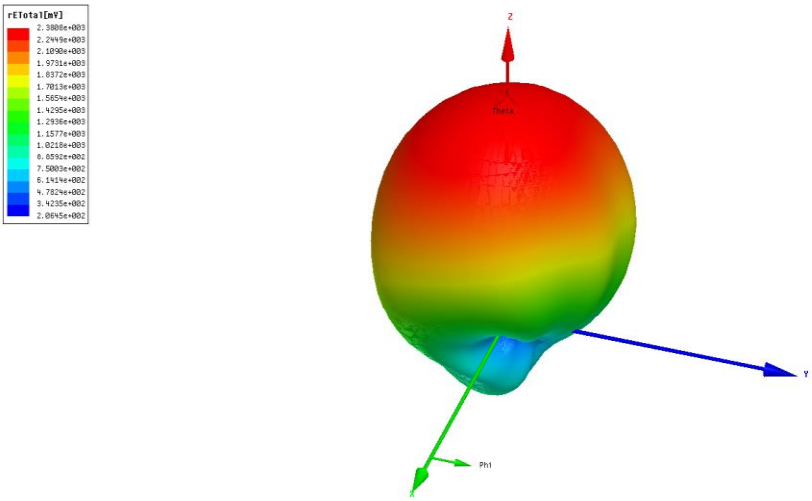
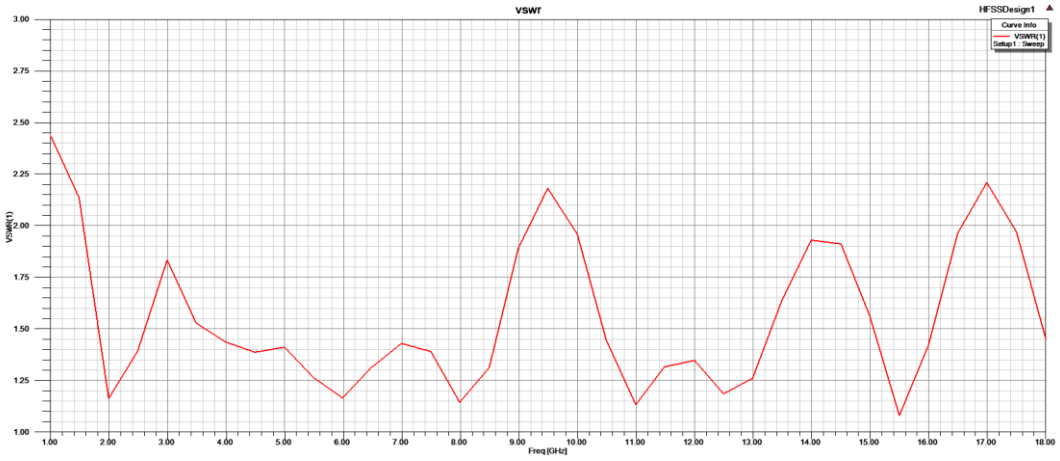
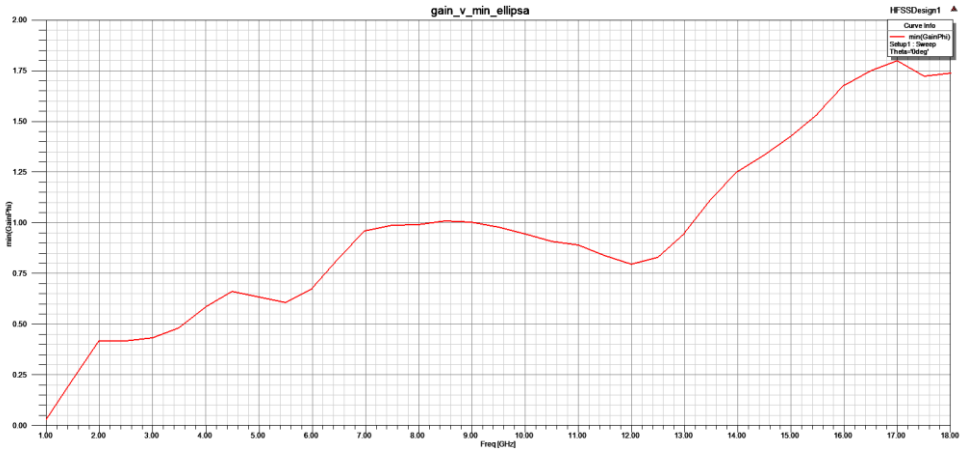


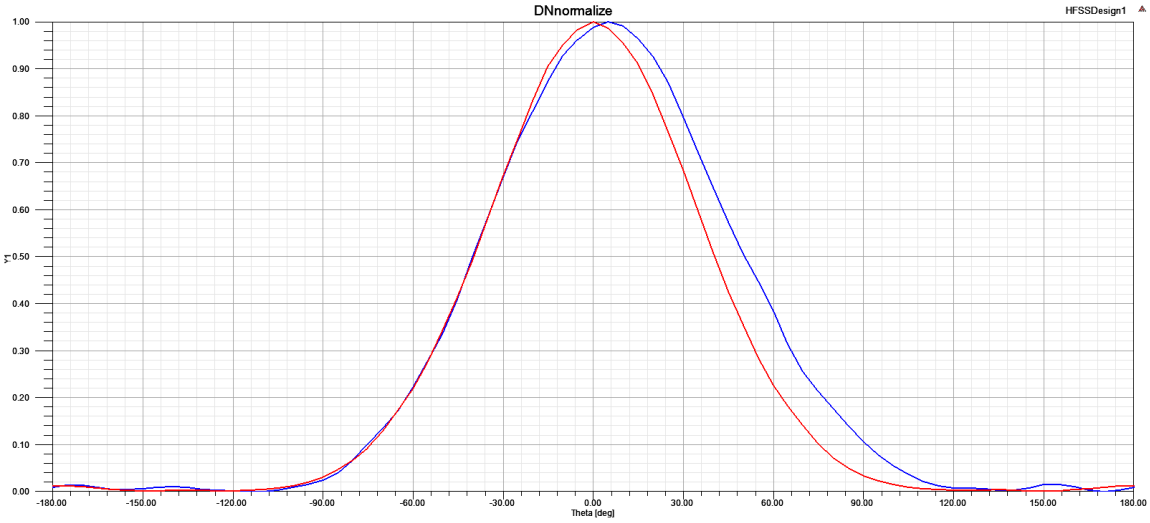
Рисунок 3 – Диаграмма направленности 3d антенны на нижней частоте



КСВН антенны



Коэффициент усиления антенны в минимуме эллипса поляризации



Нормированная амплитудная диаграмма направленности антенны на средней частоте

Рисунок 4 – Расчетные характеристики антенны

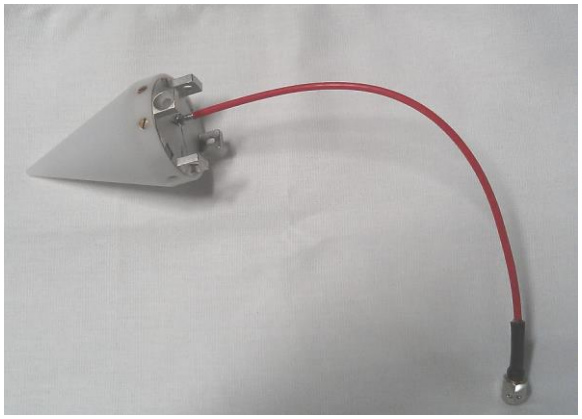
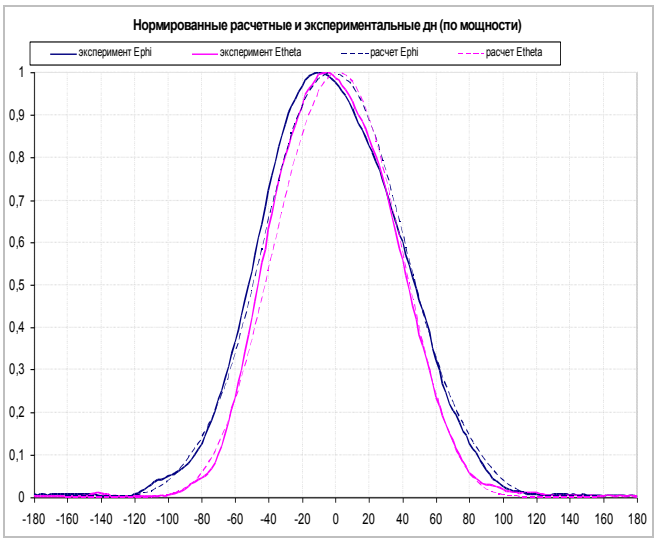


Рисунок 5 – Коническая спиральная антенна на диапазон 3...10 ГГц, полностью спроектированная по результатам моделирования в HFSS

На рисунке 6 приведена иллюстрация типовых результатов сравнения расчетных и экспериментальных характеристик антенны.



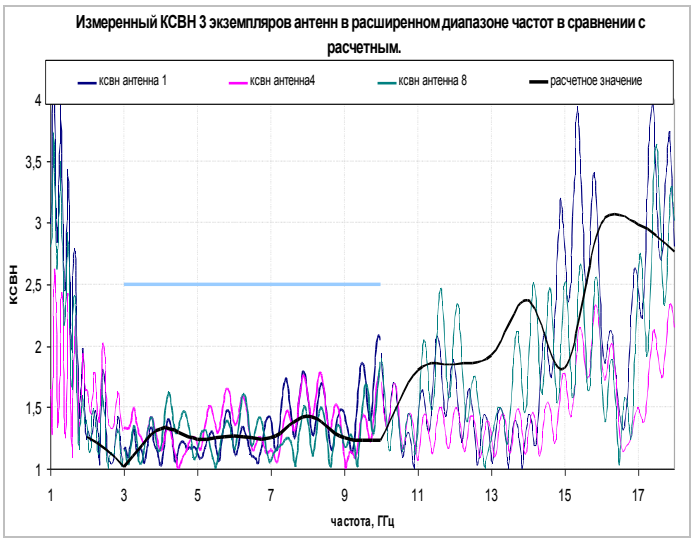
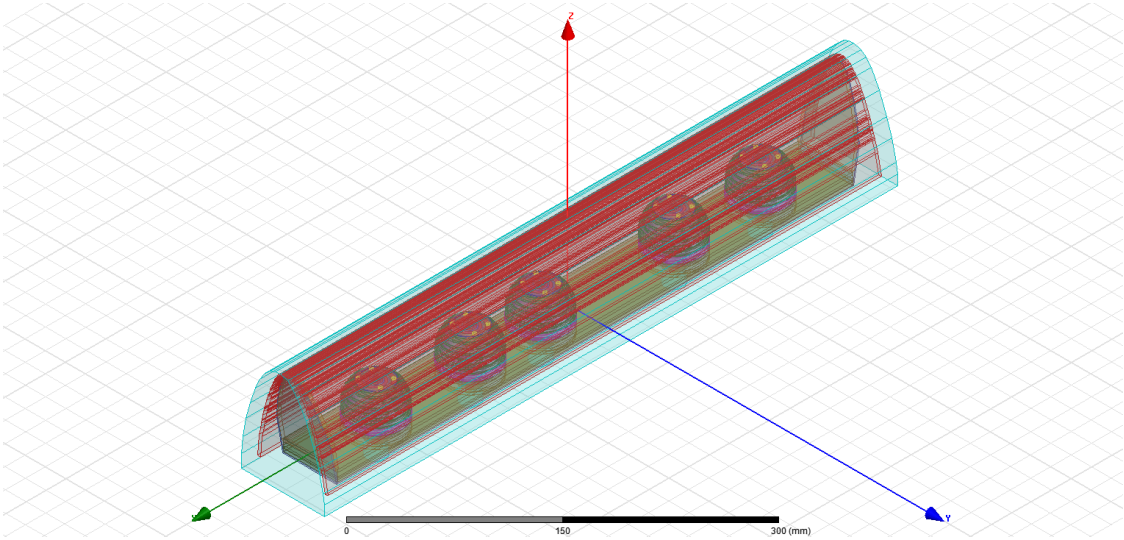


Рисунок 6 – Сравнение расчетных и экспериментальных данных антенны (нормированные амплитудные диаграммы направленности на частоте 6 ГГц и КСВН антенны в расширенной полосе частот)

Следующим шагом на основе антенн созданы модели антенных систем с обтекателем. Результаты представлены на рисунках 7 и 8.



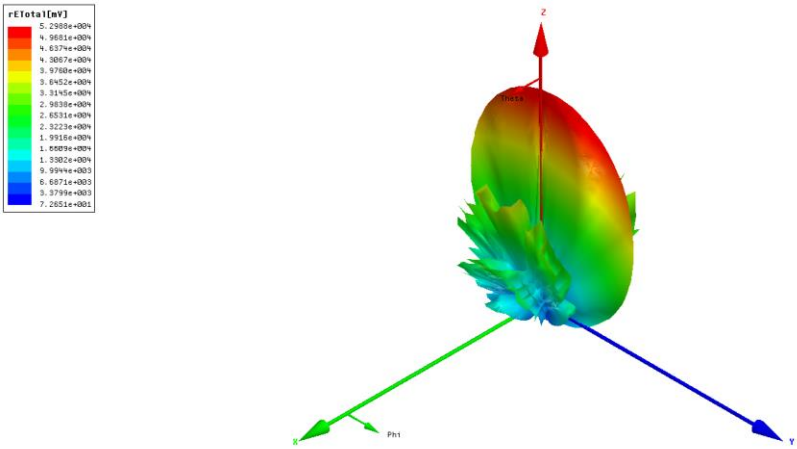


Рисунок 7 – Вариант пеленгационной антенной системы и трехмерная диаграмма антенной системы с РПО

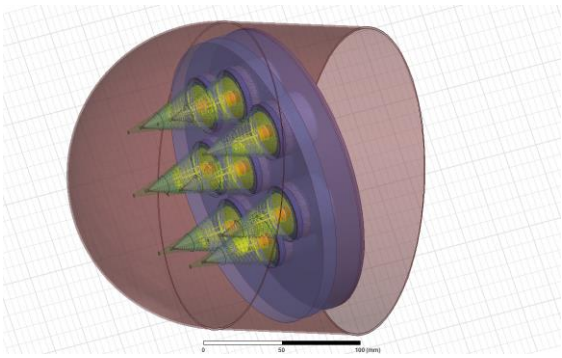


Рисунок 8 – Пеленгационная антенная система с обтекателем

На рисунке 8 представлена антенная система с обтекателем, предназначенная для возможного использования в составе пассивного пеленгатора. В состав антенной системы входят 8 конических спиральных антенн,

стеклопластиковый обтекатель толщиной 1,2 мм, платформа, укрытая радиопоглощающим материалом.

Антенная система полностью электродинамически промоделирована. В результате анализа становятся доступными практически все характеристики системы.

Для примера можно привести картину распределения электромагнитного поля (магнитуды вектора E) при возбуждении одной из антенн в плоскости, проходящей через эту антенну. Принимается для анализа, что антенна работает на передачу. Рассмотрим рисунок 9.

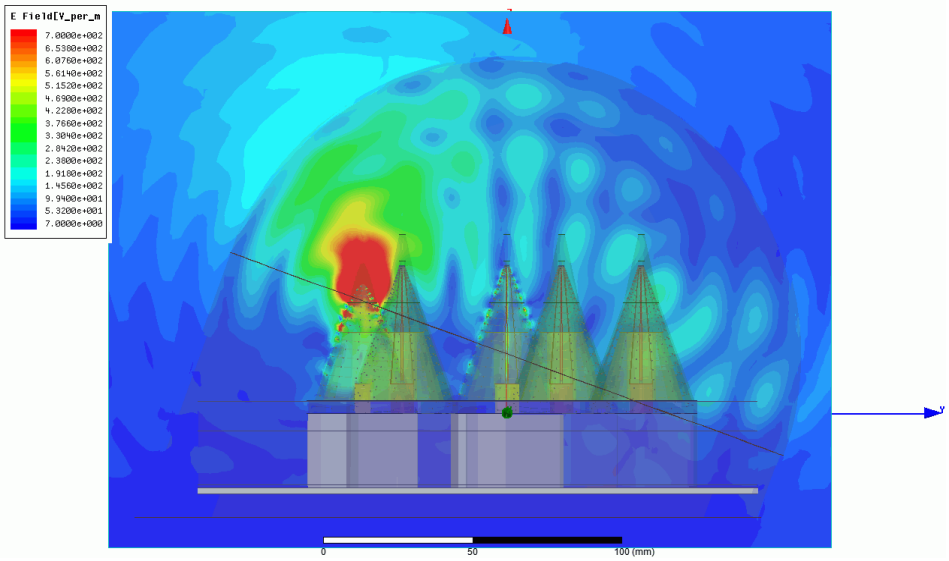


Рисунок 9 – Электромагнитное поле в плоскости, проходящей через излучающую антенну (частота 10 ГГц)

Анализ полей позволяет оценить влияние обтекателя и взаимовлияние антенн в антенной системе.

Естественно, становятся полностью доступными рассчитанные характеристики антенной системы в дальней зоне (комплексные - амплитудные и фазовые диаграммы направленности). Данные могут быть рассчитаны для всей пространственной сферы с любым требуемым дискретом (как правило, мы используем дискрет в 1 пространственный градус по угловым координатам theta и phi) для любого набора частот. Следует отметить, что выводимый набор данных полностью описывает характеристики антенной системы в дальней зоне. На основе полученных данных можно анализировать поляризационные свойства системы и пеленгационные характеристики.

На рисунке 10 приведена иллюстрация рассчитанной амплитудной диаграммы направленности одного из излучателей в составе системы на частоте 8 ГГц.

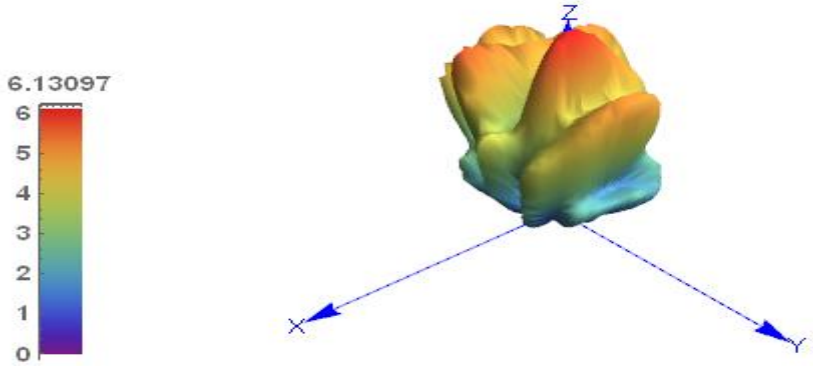


Рисунок 10 – 3D Амплитудная диаграмма в единицах коэффициента усиления

Заметно, что обтекатель вносит искажения в характеристики антенны. Появляется неравномерность, изрезанность диаграммы. Это накладывает ряд требований к конструкции обтекателя, особенно к толщине стенки, к радиофизическим и физико-механическим свойствам материалов, из которых он изготовлен. Обеспечение всех требований, предъявляемых к тонкостенным радиопрозрачным обтекателям для сверхширокополосных антенн, усложняется тем, что повышение механической прочности, термостойкости, эрозионной устойчивости противоречит интересам радиотехники, приводя к ухудшению радиопрозрачности и искажению диаграмм направленности антенн.

АО «ЦКБА» совместно с ФГУП НИФХИ им. Л.Я. Карпова была проведена работа по внедрению РПО, изготовленного из структурно-модифицированного фторопласта Ф-4РМ. Данный материал, применяемый как триботехнический материал для поршневых колец, подшипников, манжет, вкладышей, уплотнителей, был применен в качестве материала для изготовления тонкостенных антенных обтекателей. Фторопласт Ф-4РМ, полученный путем высокотемпературной физико-химической обработки фторопласта Ф-4, обладает высокой износостойкостью – в 10 тысяч раз выше, чем у исходного материала,

повышенной радиационной стойкостью – в сто и более раз, сниженной ползучестью – в сто и более раз.

Были проведены лабораторные механические и климатические испытания сверхширокополосной системы антенна – обтекатель с обтекателями из структурно-модифицированного фторопласта Ф-4РМ:

- на прочность при воздействии широкополосной случайной вибрации;

- испытание на воздействие циклического изменения температур от -60°С – 2 часа, до +85°С – 2 часа, 10 циклов;

- на воздействие повышенной влажности 98±2%, 6 циклов;

- на воздействие пониженной температуры среды -60°С – 2 часа;

- на воздействие повышенной температуры среды +85°С – 2 часа, +185°С – 30 минут, кратковременно в течение 7 минут – +290°С.

Сравнительная проверка коэффициента прохождения (КП) тонкостенных антенных обтекателей из Ф-4РМ и штатных обтекателей показала, что на частоте 10 ГГц КП обтекателей из Ф-4РМ составил 92% по сравнению со штатными обтекателями, имеющими КП равный 83%.

Применение структурно-модифицированного фторопласта Ф-4РМ в качестве материала радиопрозрачного тонкостенного антенного обтекателя позволило улучшить РТХ антенны в верхней части СВЧ диапазона:

- коэффициент усиления увеличился до 1,5 раз;

- минимальный коэффициент эллиптичности улучшился в 1,1 раза;

- минимальная ширина диаграмм направленности увеличилась на 4÷20°;

- уровень боковых лепестков диаграмм направленности уменьшился в 1,5÷2,2 раза.

При этом коэффициент перекрытия рабочего диапазона частот антенны с обтекателем не менее 20.

Проверка тонкостенных антенных обтекателей из Ф-4РМ в натурных условиях на летательном аппарате со скоростями 2,5 – 3М, подтвердила их прочность, термостойкость и эрозионную устойчивость при самых жёстких условиях эксплуатации.

В настоящее время сверхширокополосные системы антенна-обтекатель с тонкостенными обтекателями из Ф-4РМ в составе различных вариантов серийных и опытных изделий, размещены на:

- самолетах СУ-24, СУ-27, СУ-30, Су-33, СУ-35, МИГ-29, МИГ-31, ИЛ-76, ИЛ-112В, ТУ-22М3, ТУ-95МС, ТУ-160, А-100;
- вертолетах КА-27, КА-50, КА-52, КА-252, МИ-28, МИ-28НМ, МИ-35.

Важной частью новой концепции проектирования является разработка собственного программного обеспечения. В рамках проведенных работ была разработана программа моделирования. Язык разработки — Python.

Основная задача программы: определение статистики (процентов правильного и неправильного срабатывания пеленгатора) при наличии ошибок и шумов. Входными данными для программы являются результаты электромагнитного моделирования антенных систем (в формате файлов DDD) и задаваемая оператором модель ошибок и шумов. В качестве моделируемого алгоритма работы пеленгатора в программе на настоящий момент реализован только поляризационно-корреляционный алгоритм, оптимальный для аддитивных шумов (наше условное наименование - алгоритм ПКМ_А). В перспективе, в программу можно добавлять и другие алгоритмы пеленгации. Для рассмотренных антенных систем алгоритм потребовал 256 пространственных точек грубой (начальной) сетки.

По результатам моделирования (испытаний) программа формирует выходной текстовый файл с первичной информацией, который может обрабатываться стандартными текстовыми и табличными редакторами.

Внедрение на предприятии комплекса по измерению материалов, создание библиотеки характеристик радиопрозрачных и радиопоглощающих материалов является необходимым элементом в выбранной концепции проектирования. Создание модели антенн и РПО требует наличия характеристик материалов, необходимых для моделирования в HFSS.

Было сделано несколько полезных разработок по данному направлению. Разработана программа расчета многослойных стенок. Отработана методика измерений на основе имеющегося оборудования и средств электромагнитного

анализа. Проведено несколько НИР по разработке радиопоглощающих и радиопрозрачных материалов. Важным шагом к созданию данного комплекса явилось приобретение лицензионного программного продукта HFSS – 14.

Внедрение в АО «ЦКБА» данного направления является уникальным в части предоставления возможности проведения новых НИР и ОКР в сжатые сроки и с наименьшими затратами. Внедрение измерительного комплекса позволило освоить и закрепить за предприятием новое направление в производстве продукции – разработка радиопоглощающих материалов.

Выбран метод измерений характеристик материалов, построена его электронная модель (модель коаксиальной линии передачи).

1. Реализована программа расчета характеристик электромагнитных свойств материалов (на основе NRW-алгоритма).
2. Проработаны требования к исследуемым образцам.
3. Проработана схема рабочего места, определен состав оборудования и приборов.

Формируется база радиотехнических характеристик материалов, используемая в 3D электродинамическом расчете антенн (антенных систем) и РПО.

Внедряемый измерительный комплекс представлен на рисунке 11.

Рисунок 11 – Измерения в волноводе

Измерение макетов, изготовленных по результатам расчетов и моделирования. Получение исходных данных для алгоритмов.

Применение расчетных моделей неизбежно ставит вопрос о достоверности получаемых данных.

Для анализа совпадения/различия расчетных и экспериментальных данных была проведена целевая работа. Изготовлен и экспериментально измерен типовой макет антенной системы с обтекателем.

Макет выполнялся с учётом расчетов и размещения антенной системы под крыльевым обтекателем объекта. Проведено сопоставление расчетных и экспериментальных данных. Экспериментальные данные получены на автоматизированном рабочем месте для сверширокополосных измерений, использующем метод измерения импульсных характеристик антенн (АИВК).

Ниже приведены экспериментальные ошибки пеленгации антенной системы в чистом виде (без обтекателя) в диапазоне рабочих частот и для разных поляризаций.

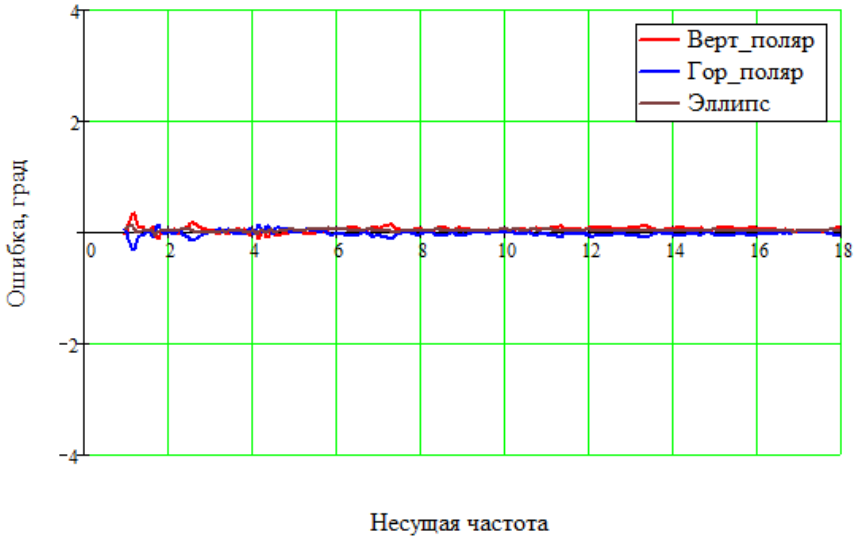


Рисунок 12 – азимут - 0 град; угол места - 0 град.

Видно, что в основном рабочем диапазоне частот ошибка пеленгации не превышает 1° как в азимутальной, так и в угломестной плоскости.

Антенная система устанавливается под штатный крыльевой обтекатель из стеклопластика, расположенный на объекте.

С ним проводились работы по измерению радиотехнических характеристик антенной системы совместно с обтекателем. В качестве альтернативы штатному обтекателю предлагается обтекатель из радиационно-модифицированного фторопласта Ф-4РМ с толщиной стенки 3,4 мм. Форма обтекателя копировалась со штатного обтекателя из стеклопластика.

Оба варианта исполнения обтекателя были экспериментально проверены во всём диапазоне рабочих частот, углов и поляризаций. Результаты измерений представлены на рис. 13-14.

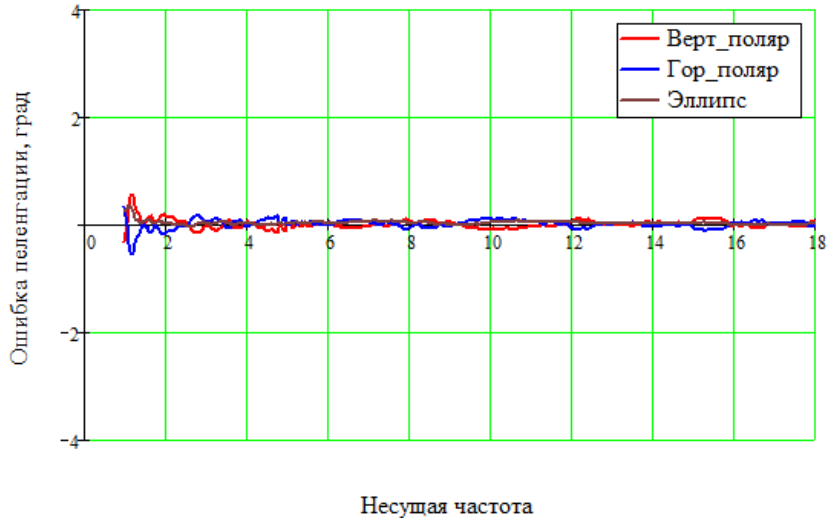


Рисунок 13 – стеклопластик: азимут - 0 град; угол места - 40 град.

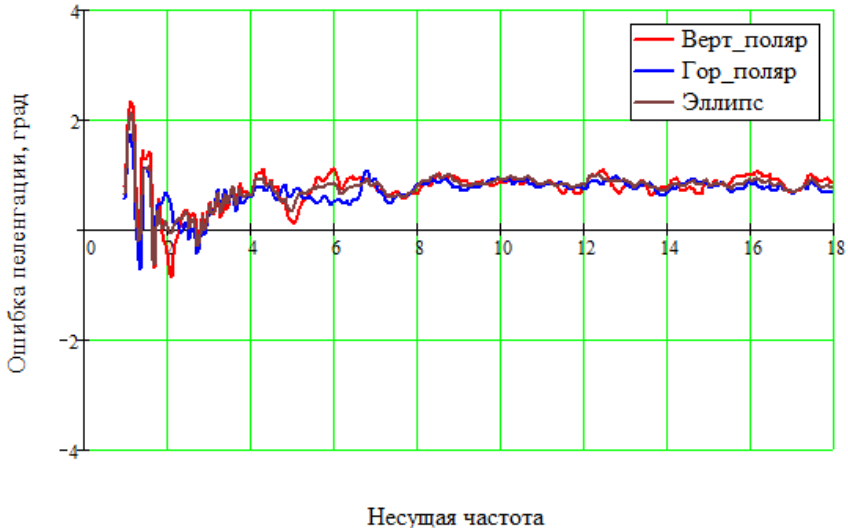


Рисунок 14 – Ф-4РМ: азимут - минус 45 град; угол места - 40 град.

Общий вывод по предыдущим работам — спроектировать «идеальный» обтекатель для фазовых систем принципиально невозможно, существуют физические ограничения на характеристики обтекателя. Отсюда возникло следующее направление — алгоритмическая коррекция ошибок обтекателя. Далее, от вопросов коррекции ошибок удалось перейти к алгоритмам, которые не только корректируют ошибки, а полностью учитывают, определяют поляризацию сигнала как дополнительный информационный параметр. Фактически — это алгоритмы одновременного определения пеленга и поляризации (системы со «встроенными в антенную систему» поляриметрами). Найдены и проанализированы несколько вариантов поляризационно-независимых корреляционных алгоритмов.

Появление алгоритмов, работающих с поляризацией, позволило совершенно по-новому рассмотреть варианты построения антенных систем для пеленгаторов. Поляризационная неидентичность антенн в антенных системах традиционных фазовых пеленгаторов является только источником ошибок. Для новых же алгоритмов поляризационная неидентичность является информационным параметром. Это позволяет рассматривать для целей пеленгации гораздо более широкий класс антенных систем.

Разработанные алгоритмы основаны на известных алгоритмах пеленгации антенными решетками. При этом обеспечивается поляризационно-независимая пеленгация и, при необходимости, определение поляризации как дополнительного признака селекции целей. Принципиально можно рассматривать подобные системы еще и как широкополосные широкоугольные поляриметры.

Алгоритмы предполагают наличие цифрового приемника и основаны на параллельном обзоре пространства и поиске экстремума корреляционных функций. Для рассматриваемых антенных систем произведена оценка, которая показывает, что пространственная сетка для нахождения корреляционных функций будет иметь не более 256 точек. Проработка аппаратных возможностей указывает на то, что темп обработки пеленгационной информации можно довести до 3...5 млн. пеленгов/сек.

4. Выгоды от реализации

Данная работа позволяет сократить затраты на проведение разработок перспективных изделий на начальных этапах проектирования на 25-30%.

Экономический эффект проведенной работы заключается в следующем:

- сокращение сроков разработки за счет замены изготовления макетов расчетными моделями;

- исключение технических ошибок при проектировании изделий, вызывающих дополнительные расходы на последующих этапах;

Выполненные работы защищены 6 патентами:

№ 2292101 от 20.07.2007г.

№ 2420838 от 10.06.2011г.

№ 2500057 от 27.11.2013г.

№ 2448383 от 20.04.2012г.

№2422954 от 27.06.2011г.

№2530264 от 12.08.2014г.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2420838

СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЙ АНТЕННЫЙ ОБТЕКАТЕЛЬ

Патентообладатель(ли): *Открытое акционерное общество "Центральное конструкторское бюро автоматики" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2010119087
Приоритет изобретения 11 мая 2010 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *10 июня 2011 г.*
Срок действия патента истекает 11 мая 2030 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2292101

АНТЕННЫЙ ОБТЕКАТЕЛЬ

Патентообладатель(ли): *ФГУП "Центральное конструкторское бюро автоматики" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2005115588
Приоритет изобретения 23 мая 2005 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *20 января 2007 г.*
Срок действия патента истекает 23 мая 2025 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2422954

СВЕРХШИРОКОПОЛОСНАЯ СПИРАЛЬНАЯ АНТЕННА

Патентообладатель(ли): *Открытое акционерное общество "Центральное конструкторское бюро автоматики" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009121008
Приоритет изобретения 02 июня 2009 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *27 июня 2011 г.*
Срок действия патента истекает 02 июня 2029 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2530264

СПИРАЛЬНАЯ АНТЕННА

Патентообладатель(ли): *Открытое акционерное общество "Центральное конструкторское бюро автоматики" (RU)*

Автор(ы): *Коробейников Герман Васильевич (RU), Кохнюк Данил Данилович (RU)*

Заявка № 2013140053
Приоритет изобретения 28 августа 2013 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *12 августа 2014 г.*
Срок действия патента истекает 28 августа 2033 г.

Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2500057

СЛАБОНАПРАВЛЕННАЯ ВОЛНОВОДНАЯ АНТЕННА

Патентообладатель(ли): *Открытое акционерное общество "Центральное конструкторское бюро автоматики" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2012122766
Приоритет изобретения 01 июня 2012 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *27 ноября 2013 г.*
Срок действия патента истекает 01 июня 2032 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2448383

СОГЛАСУЮЩИЙ СИММЕТРИРУЮЩИЙ ТРАНСФОРМАТОР

Патентообладатель(ли): *Открытое акционерное общество "Центральное конструкторское бюро автоматики" (RU)*

Автор(ы): *Коробейников Герман Васильевич (RU), Кохнюк Данил Данилович (RU), Федоров Ярослав Викторович (RU), Боровик Игорь Александрович (RU)*

Заявка № 2010139778
Приоритет изобретения 27 сентября 2010 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *20 апреля 2012 г.*
Срок действия патента истекает 27 сентября 2030 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

6. Дополнительная информация

В отечественной печати широко освещены данные о проделанной работе:

1. Сборник докладов II общероссийской научно-технической конференции

«Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем». Омск, ЦКБА, ОмГТУ, 2008 С.63-71.

2. Сборник докладов III общероссийской научно-технической конференции «Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем». Омск, ЦКБА, 2010 С.97-103.

3. Современная электроника. 2011. № 6. С. 10-13.

4. Труды Международной конференции «Радиотехника, электроника и связь «РЭиС-2011»». Изд. Радиотехника, 2011. С. 470-477.

5. Новые технологии. Материалы VIII Всероссийской конференции. М; РАН, 2011. С.36-45.

6. Вопросы радиоэлектроники, сер. ОТ, 2011, вып.3, С. 35-45.

7. Патент РФ № 2292101 от 20.07.2007.

8. Патент РФ № 2420838 от 10.06.2011.

9. Сборник докладов IV общероссийской научно-технической конференции «Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем СВЧ-2012». Омск, ЦКБА, ОмГТУ 2012. С.113-120.

10. Материалы V юбилейной общероссийской научно-технической конференции «Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем СВЧ-2014». Омск, ЦКБА, 2014. ОмГТУ, 2014. С.78-83.

11. Россия молодая: передовые технологии – в промышленность. Материалы V Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Омск. ОмГТУ. 2013.С. 118-122. Награждена дипломом.

12. «Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем»: сб. док. науч.-тех. конф. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008.

13. Материалы совещания Комитета по научным исследованиям НП «САП» 13 августа 2015г.

14. Материалы VI общероссийской научно-технической конференции «Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем СВЧ-2016». Омск, ЦКБА, 2016. ОмГТУ, 2016. С.237-240; 254-261; 345-355.

7. Контактная информация

АО «ЦКБА», проспект Космический, 24а, г. Омск, Россия, 644027

Контактное лицо: начальник научно-инновационного отдела Ефанов Владимир Иванович

Тел.: (3812) 53-98-50, факс: (3812) 57-19-84, e-mail: ckba@omsknet.ru