

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНАРНЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЛИНЗ ДЛЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ПЛОСКИХ СПИРАЛЬНЫХ АНТЕННАХ

М.А. Малахов

АО «НИИ «Экран», г. Самара

Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара

Ключевые слова: плоская спиральная антенна, планарная диэлектрическая линза, замедление электромагнитных волн

Актуальной проблемой радиоэлектроники является необходимость миниатюризации радиоаппаратуры, в особенности бортовых станций самолетов, вертолетов и беспилотных летательных аппаратов, в том числе в части антенн и их излучающих элементов. В современных радиоэлектронных системах активно применяются различные модификации плоской спиральной антенны с равномерным шагом намотки (ПСА). Она используется в качестве самостоятельной антенны, в качестве облучателя зеркальных антенн, а также в составе фазированных антенных решеток. С точки зрения приближенной теории описание процесса излучения в ПСА сводится к следующему: на каждой частоте имеется рабочая группа витков, вносящая наибольший вклад в поле излучения. При увеличении частоты эта группа витков перемещается в сторону меньших радиусов, а при увеличении частоты – в сторону больших радиусов. Решение задачи улучшения массогабаритных характеристик антенны путем прямого уменьшения размеров излучающего элемента приводит к значительному ухудшению функциональных параметров в нижней части рабочего диапазона частот.

Уменьшить диаметр спирали без ухудшения функциональных характеристик возможно в случае замедления протекающей в проводнике электромагнитной волны.

Одним из перспективных направлений замедления электромагнитных волн в плоских спиральных антенных видится применение планарных диэлектрических линз (ПДЛ), в том числе модифицированных путем включения дополнительных металлизированных элементов. В целях повышения серийнопригодности и технологичности конструкции, а также сохранения конформных свойств антенны, целесообразно использовать для создания планарных диэлектрических линз высокочастотные материалы, применяемые для изготовления печатных плат. В этом случае ПДЛ представляет собой композицию из нескольких слоев диэлектрических подложек с разной диэлектрической проницаемостью, расположенных по мере ее убывания. Подложка с наибольшей диэлектрической

проницаемостью прилегает к излучающему элементу, подложка с наименьшей диэлектрической проницаемостью контактирует с внешней средой.

Также были рассмотрены варианты конструктивной модификации ПДЛ. В первом варианте модификации в диэлектрических слоях предусмотрены металлизированные отверстия, расположенные вдоль витков спирального излучающего элемента, имитирующих металлические «штырьки». Количество и расположение элементов определено в соответствии с результатами моделирования. Диаметр отверстий перед металлизацией 0,3 мм. Во втором варианте модификации «штырьки» выполнены в виде проволоки, монтированной в отверстия. Диаметр отверстий в этом варианте конструкции составляет 0,5 мм. Координаты отверстий соответствуют первому варианту.

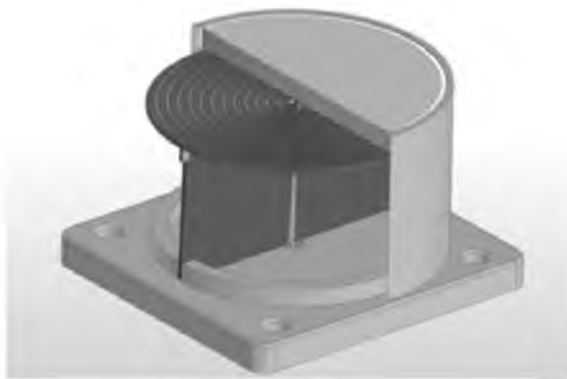


Рисунок 1- Трехмерная модель макета плоской спиральной антенны с планарной диэлектрической линзой

Численное моделирование и результаты натурных экспериментов показали значимое улучшение электрических параметров антенн в нижней части рабочего диапазона частот. В частности улучшается согласование антенны и увеличивается КНД, при этом не оказывается существенного влияния на форму диаграммы направленности в сравнении с образцом антенны, выпускаемой серийно.

Улучшение параметров излучения плоских спиральных антенн с дополнительным замедлением в виде модифицированных планарных диэлектрических линз обеспечивается согласованием конструкции слоев плоской линзы: их формы и толщины, последовательности расположения, градиента изменения диэлектрической проницаемости и является перспективной задачей. Ее решение возможно с применением разработанных математических моделей плоской спиральной антенны [1, 2] в рамках дальнейших изысканий.

Список использованных источников

1. Табаков Д.П., Малахов М.А. Исследование характеристик модифицированного плоского спирального излучателя // Радиотехника. 2022. – Т.86. – № 11. – С. 54-62.
2. Табаков Д.П., Малахов М.А. Математическая модель плоской спиральной антенны с прямоугольным сеточным рефлектором // Радиотехника. 2023. – Т.87. – № 11. – С. 37-46.

УДК 621.389

СРЕДСТВА ОТЛАДКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МУЛЬТИКОПТЕРАМИ

В.С. Кириллов, В.А. Зеленский

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

Ключевые слова: беспилотное воздушное судно, отладка, вибрация, ПИД-коэффициент, датчик, стенд

Для отладки систем управления мультикоптерами чаще всего используется методика, описанная в [1]. Предполагается проверка правильности функционирования всех систем, а также корректность выставленных ПИД-коэффициентов в процессе полета. При этом, неверно выставленные параметры, а также недостаток опыта внешнего пилота могут повлечь за собой повреждение беспилотного воздушного судна (БВС). Данная проблема является актуальной не только при разработке, но и при серийном производстве БВС, когда появляется необходимость уменьшения времени отладки, увеличения процента выхода годных изделий и обеспечения безопасности.

В настоящий момент для частичной отладки систем управления мультикоптерами используются специализированные стенды, один из которых [2] изображен на рисунке 1.

Стенд не оснащен электронной частью и представляет собой подвес, в центр которого устанавливается БВС. К преимуществам можно отнести простоту использования и низкую стоимость. В качестве недостатков выступает ограниченная функциональность, малая степень автоматизации процесса, невозможность определения параметров БВС и его систем в реальном времени.

Стенд с повышенной автоматизацией и дополнительной возможностью моделирования режимов отклонения воздушных судов рассматривается в работе [3] и представляет собой карданный подвес с установленными на него электродвигателями (рис. 2). Электродвигатели позволяют изменять и считывать положение БВС в пространстве. По воздействию, которое