

Двухчастотная печатная антенна для морских терминалов связи спутниковой системы *Argos-3*

*В статье описана антенна для системы морских терминалов спутниковой связи *Argos-3*. Спутниковая система связи *Argos-3* предназначена для сбора метеорологической и океанографической информации и определения координат движущихся объектов. Для обеспечения двухчастотного режима антенны излучатель выполнен в виде ромба с различными диагоналями. Проводится моделирование антенны в пакете *CAD FEKO* и рассчитываются ее основные характеристики. Изготовлен макет антенны и произведено измерение его характеристик.*

Ключевые слова: печатная антенна, спутниковая система связи *Argos*, *CAD FEKO*.

В последние два десятилетия основным источником систематической оперативной контактной информации о состоянии верхнего слоя океана и приземной атмосферы стали автономные дрейфующие платформы сбора и передачи данных по каналам спутниковой связи — поверхностные дрейфтеры.

Одним из основных компонентов дрейфтерной технологии является канал передачи данных. Традиционно с момента начала систематических дрейфтерных исследований использовалась спутниковая система сбора данных и определения координат платформ *Argos* с бортовым оборудованием *Argos-2*. Космический сегмент системы *Argos* представлен системой полярно-орбитальных искусственных спутников земли, оснащенных аппаратурой связи, позволяющей одновременно передавать данные измерений на наземные приемные центры и определять координаты платформы доплеровским методом.

Argos-2 обеспечивает пользователей односторонней связью со скоростью 400 бит/с и объемом единовременно передаваемых данных до 1,2 кбита за пролет. Поскольку система работает в режиме свободного доступа, платформы осуществляют передачу данных непрерывно с небольшим интервалом, что негативно сказывается на времени жизни буев.

Начиная с 2006 г. поэтапно вводились в эксплуатацию спутники и сопутствующая инфраструктура следующего поколения системы *Argos* — *Argos-3* с существенно лучшими характеристиками: частота передачи данных — до 4,8 кбит/с; пропускная способность выросла более чем в десять раз; возможность двухсторонней коммуникации позволяет удаленно управлять платформами и дистанционно их программировать; сообщения с дрейфтера передаются только в зоне радиовидимости спутника, что увеличивает время жизни буя; относительно недорогие и малопотребляющие терминалы связи.

Принципиальным отличием системы *Argos-3* от систем предыдущих поколений с точки зрения разработчика платформ сбора данных, в т.ч. дрейфующих буев, является применение приемопередатчиков (трансиверов) *PMT* (*Platform Message Transceiver*) вместо применявшихся ранее передатчиков *PTT* (*Platform Transmitter Terminal*) [1].

В качестве антенны для работы *PMT* предлагается использовать микрополосковую антенну [2]. Для уменьшения габаритных размеров антенны будем использовать фольгированный СВЧ диэлектрик *RO4350B* фирмы *Rogers* [3]. В ходе исследований

выполнено моделирование работы антенны в пакете *CAD FEKO*. Установлено, что для работы на частоте 401,6 МГц длина диагонали А должна составлять 29,1 см, и для работы на частоте 466 МГц длина диагонали В должна составлять 23,6 см. Таким образом антенна помещается в автономный морской дрейфтер диаметром 40 см. Точка питания смещена на 4 см от центра и повернута на 45° относительно каждой диагонали антенны. Внешний вид излучающего элемента ромбической антенны показан на рис. 1.

График частотной зависимости КСВ содержит два минимума на частотах 401,6 МГц с минимумом 1,3 и 466 МГц с минимумом 1,25. На рис. 2 показана частотная зависимость КСВ ромбической антенны, которая рассчитана в *CAD FEKO*.

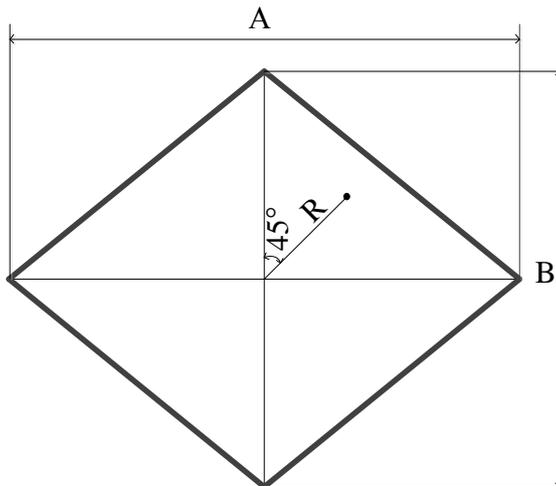


Рисунок 1.

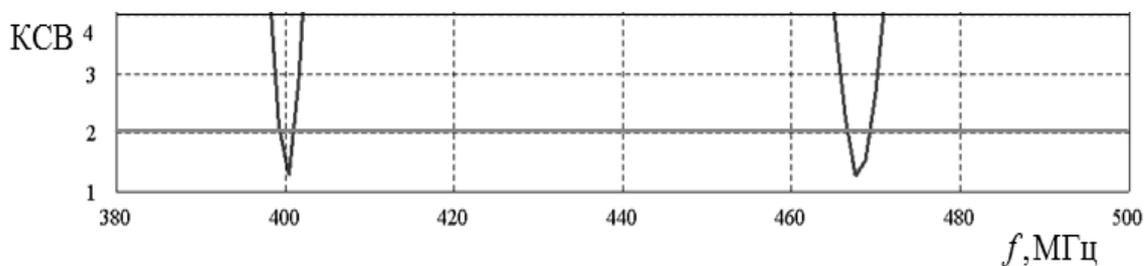
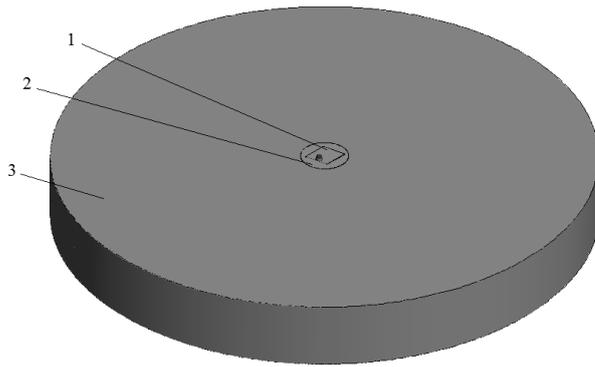


Рисунок 2.

Т.к. дрейфтер предназначен для использования в морской воде, проведем исследование влияния морской поверхности на характеристики излучения. Для этого в состав модели антенны включим цилиндр с характеристиками морской соленой воды (среднестатистическая удельная проводимость равна 3 См/м; относительная диэлектрическая проницаемость — 81). Радиус цилиндра равен 100 см и высота цилиндра 50 см, дальнейшее увеличение размеров существенным образом не влияло на характеристики излучения. На рис. 3 изображен внешний вид модели антенны с учетом морской поверхности в программе *CAD FEKO*.



- 1 — излучающий элемент;
- 2 — экран;
- 3 — морская поверхность.

Рисунок 3.

Морская поверхность увеличивает коэффициент усиления антенны и уменьшает заднее излучение. Это достигается за счет переотражения электромагнитной энергии от морской поверхности. На рис. 4 показаны рассчитанные диаграммы направленности ромбической антенны на частотах 401,6 МГц (а) и 466 МГц (б) в Е (1) и Н (2) плоскостях.

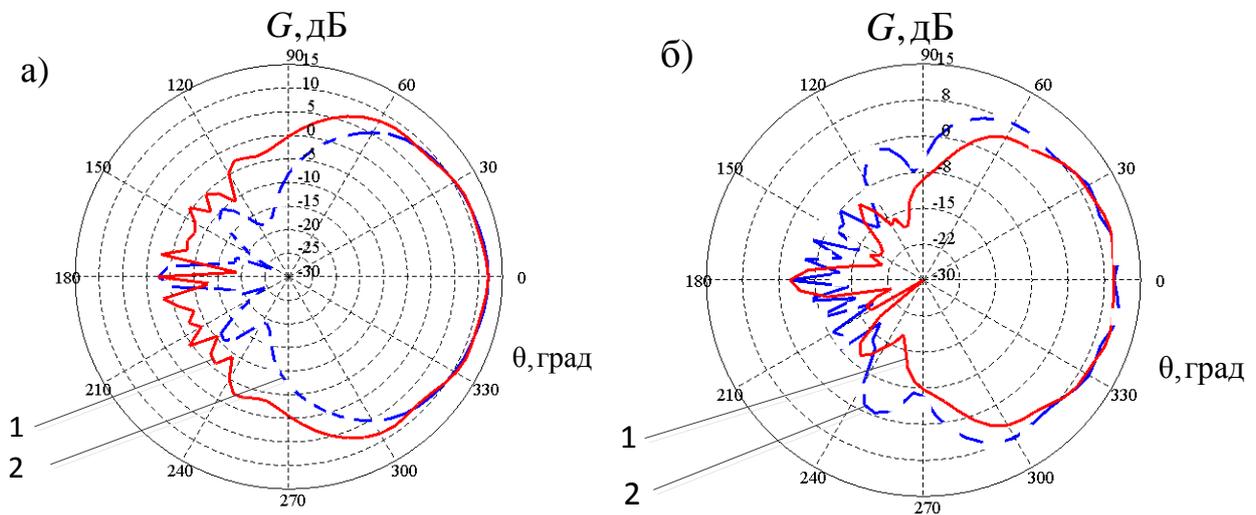


Рисунок 4.

По результатам расчета и моделирования был разработан и изготовлен макет антенны, фотография которого приведена на рис. 5.

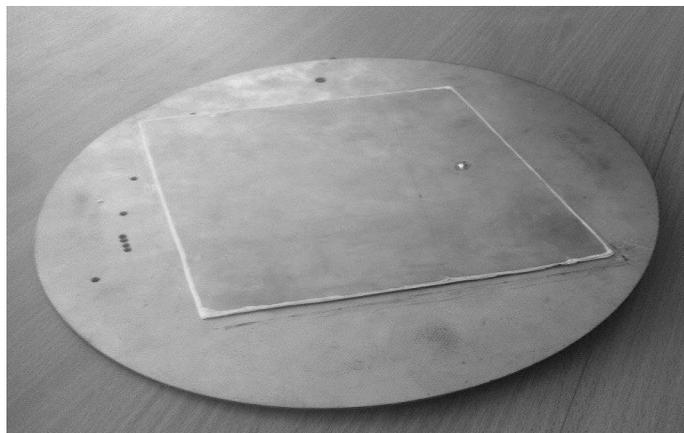


Рисунок 5.

Антенна выполнена из фольгированного СВЧ диэлектрика на основе углеводородного терморезистивного полимера с керамическим наполнителем, усиленный стекловолокном (*Thermoset/Ceramic/Fiber Glass*) *RO4350B* фирмы *Rogers* [3]. Толщина материала *RO4350B* составляет 1,52 мм, толщина металлизации 35 мкм. Для увеличения размера экрана использован диск фольгированного текстолита *FR-4* толщиной 1,5 мм. Диаметр диска 35 см. Для подведения сигнала использован разъём *SMA* типа *S2452*, который подсоединяется непосредственно на плату излучателя.

Измерение входных характеристик антенны выполнено прибором *Arnitsu Site Master*.

На рис. 6 показана экспериментальная частотная зависимость КСВ ромбической антенны.

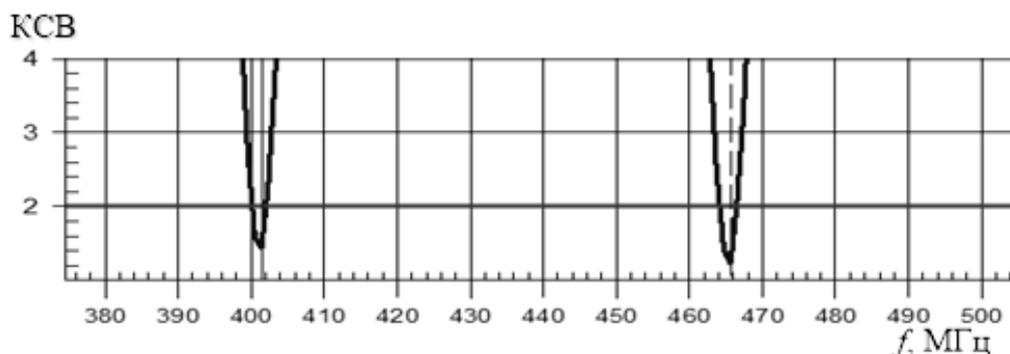


Рисунок 6.

Экспериментальное значение КСВ ромбической антенны на частоте 401,6 МГц — 1,44 и на частоте 466 МГц — 1,23. Ширина полосы согласования по уровню 2 составила 2,6 МГц вблизи частоты 401,6 МГц и 3 МГц вблизи частоты 466 МГц.

Таким образом создана модель и макет двухчастной ромбической антенны для морских терминалов спутниковой системы связи *Argos-3* с удовлетворяющими геометрическими размерами, формой диаграммы направленности и согласованием.

Библиографический список

1. User's manual [Электронный ресурс]: CLS group. Режим доступа: <http://www.argos-system.org/web/en/76-user-s-manual.php>.
2. Панченко Б.А. Электродинамический расчет характеристик полосковых антенн / Б.А. Панченко, Е.И. Нефедов и др. // — М.: Радио и связь, 2002. — 256 с.
3. RO4350 Laminates [Электронный ресурс]: Rogers. Режим доступа: <http://www.rogerscorp.com/acm/products/55/RO4350B-Laminates.aspx>.