

УДК [621.396.67 : 621.372.852.4](985) : 004.9

Инновационная поляризационная антенна для радиосвязи в высоких широтах (безопасность мореплавания в Арктике)

В.И. Милкин, Н.В. Калитёнков, А.Н. Калитёнков, А.В. Гурин, Н.С. Загороднева, Д.А. Амелькин

Судоводительский факультет МА МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем

Аннотация. Проблема потери эффективности антенных систем за счет так называемого поляризационного рассогласования крайне актуальна для высокоширотных радиотрасс. Особенно это важно при работе в УКВ диапазоне в условиях качки судна. В работе решена задача об использовании структур активных вибраторов на базе Z-элементов в качестве приемо-передающих антенн с возможностями оперативного изменения плоскости поляризации принимаемого/излучаемого радиосигнала.

Abstract. The problem of loss of antenna systems' efficiency due to the so-called polarization mismatch is extremely relevant for the high-latitude radio paths. This is especially important when operating in the UHF band in a rocking vessel. The problem of using the structures of active vibrators on the basis of Z-elements as receiving and transmitting antennas with possibilities of rapid changes in the plane of polarization of the received/radiated signal has been solved.

Ключевые слова: радиосвязь, безопасность мореплавания, инновационная антенна, характеристики антенны, компьютерное моделирование

Keywords: radio communication, navigation safety, innovative antenna, antenna characteristics, computer simulation

1. Введение

Ориентация плоскости поляризации радиоволны в силу целого ряда причин может изменяться, что приводит к ослаблению принимаемого радиосигнала за счет так называемого поляризационного рассогласования. Поляризация принимаемой или излучаемой радиоволны определяется направлением электрической составляющей поля волны. Различают радиоволны с линейной горизонтальной поляризацией, когда вектор электрического поля радиоволны направлен параллельно поверхности Земли, линейной вертикальной, когда он перпендикулярен поверхности Земли, и с круговой поляризацией. Для антенн с круговой поляризацией потери за счет поляризационного рассогласования отсутствуют. Создание антенн для приема волн с круговой поляризацией в основном базируется на применении спиральных элементов с количеством витков спирали не менее четырех. В целях упрощения конструктивных решений и оперативного изменения направления вращения поляризации используют антенны из турникетных излучателей. Для повышения коэффициента усиления антенн с круговой поляризацией применяют комбинации структур из спиральных и турникетных элементов. Среди классических антенн особое место принадлежит диапазонным зигзагообразным антеннам. Само техническое решение синтеза антенны из Z-элементов уникально тем, что такая антенна, представляясь по конструкции моноантенной, является своеобразной безизоляторной синфазной решеткой, состоящей из восьми активных вибраторов при одной паре точек питания и органическом симметрировании и согласовании с коаксиальными фидерами. Антенное устройство является более широкополосным и обладает большим коэффициентом усиления по сравнению с используемыми активными вибраторами. Дальнейшее совершенствование зигзагообразных антенн привело к созданию двойной треугольной антенны. Z-антенны, несмотря на используемые зигзагообразные элементы конструкций, являются антеннами линейной поляризации. Вопрос о круговой поляризации при работе с такими антеннами всегда считался контрпродуктивным.

2. Описание инновационной антенны

Предлагаемое в работе решение комбинированного построения двойной треугольной антенны позволяет подойти к вопросу об использовании поляризационных свойств зигзагообразных антенн инновационным путем (Милкин, 2009). Суть предлагаемого решения заключается в изготовлении антенны в виде вписанной в квадрат двойной треугольной антенны. Такая зигзагообразная антенна (рис. 1) имеет конструкцию в виде квадрата со сторонами из оснований незамкнутых витков, выполненных в форме равнобедренных треугольников 1, 2, 3 и 4, вписанных в квадрат. Смежные стороны равнобедренных треугольников являются общими и образуют половины диагоналей квадрата 5, 6, 7 и 8.

Незамкнутые в центре четыре образовавшихся конца являются клеммами "а" и "б", "в" и "г" двух источников питания 9 и 10 подключаемых перекрестно в центры диагоналей 5-6, 7-8.

Предложенная зигзагообразная антенна работает следующим образом. Наведённый источником питания 9 ток протекает, например, от точки "а" по полудиагонали 5, раздваиваясь на основания треугольников 1 и 3 и далее, через основания треугольников 4 и 2, складываясь на полудиагонали 6, течет в точку "б". При синфазном включении источников питания ток, наведённый источником питания 10, от точки "в", при сдвиге фаз в 0° с током из точки "а", течет по полудиагонали 7, раздваиваясь на основания треугольников 1 и 4 и далее, через основания треугольников 3 и 2, складываясь на полудиагонали 8, течет в точку "г". Таким образом, на верхней и нижней сторонах квадрата токи будут течь в противоположных направлениях, компенсируясь, а на боковых стенках квадрата токи будут течь в одинаковых направлениях, удваиваясь и обеспечивая работу антенны в режиме вертикальной поляризации. При противофазном включении источников питания, соответственно, на тех участках, где при синфазном включении токи складывались, они будут вычитаться, а на тех участках, на которых компенсировались, – складываться. Таким образом, при изменении фаз токов на 180° поляризация предлагаемой антенны изменяется на 90° , то есть антенна будет работать в режиме горизонтальной поляризации, что также отличает предлагаемую антенну от прототипа. При сдвиге фаз между источниками питания в 90° антенна будет работать в режиме круговой поляризации, и в зависимости от опережения или отставания фаз одного из источников питания относительно другого будет реализована круговая поляризация с правой или левой стороной вращения плоскости поляризации.

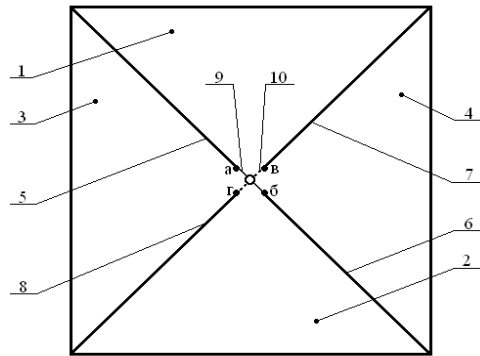


Рис. 1. Эскиз предлагаемой антенны

3. Результаты электронного моделирования в среде MMANA

Эффективность антенны и ее свойства подтверждают результаты электронного моделирования в среде MMANA. Диаграммы направленности и основные электрические характеристики антенны в разных режимах работы представлены на рисунках ниже. На рис. 2 представлены диаграммы направленности и основные параметры предлагаемой антенны при работе в режиме вертикальной поляризации. На рис. 3 приведены диаграммы направленности и основные параметры предлагаемой антенны при работе в режиме с горизонтальной поляризацией. На рис. 4 представлены результаты моделирования обеих составляющих а) – горизонтальная и б) – вертикальная составляющие, что соответствует режиму круговой поляризации. Электронное моделирование показало также, что усиление антенны в разных режимах работы практически одинаково, что является еще одним подтверждением уникальности полученных в работе результатов.

Возможности изменять направление плоскости поляризации антенны при приеме или при излучении радиосигнала от вертикального до горизонтального, а также принимать/излучать радиосигнал круговой поляризации без изменения основных параметров антенны могут быть широко использованы в различных РТС, в том числе и специального назначения. В частности, они могут найти применение в спутниковых системах связи, в системах связи с подвижными объектами.

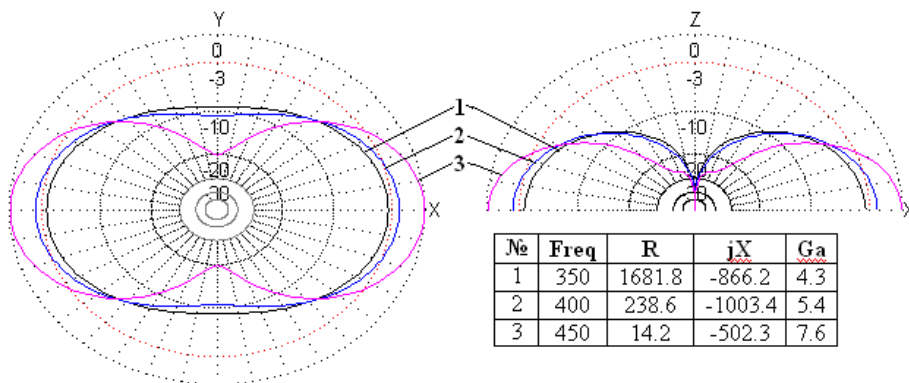


Рис. 2. Диаграммы направленности и основные параметры предлагаемой антенны с вертикальной поляризацией

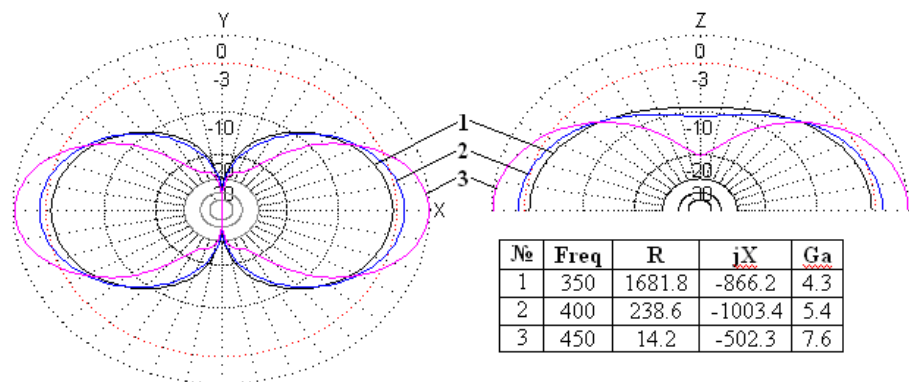


Рис. 3. Диаграммы направленности и основные параметры предлагаемой антенны с горизонтальной поляризацией

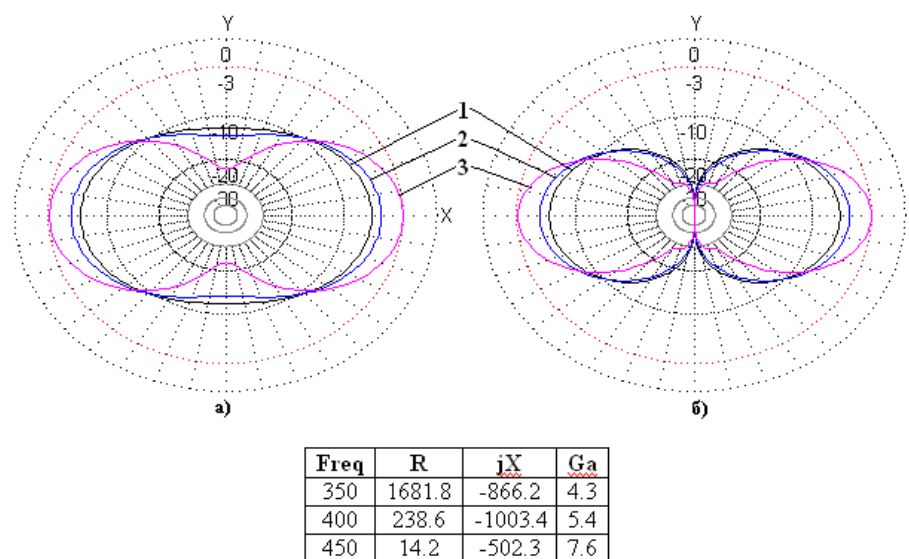


Рис. 4. Диаграммы направленности и основные параметры предлагаемой антенны с круговой поляризацией (а – вертикальная плоскость, б – горизонтальная плоскость)

4. Заключение

Предлагаемая инновационная антенна и способ подключения питания обеспечивают возможность ее оперативного использования при работе в отдельных режимах: с вертикальной, с горизонтальной и с круговой поляризацией. Коэффициент усиления антенны как при круговой, так и при линейных поляризациях остается практически постоянным. Свойства предложенной антенны крайне важны для обеспечения устойчивой радиосвязи и будут способствовать повышению безопасности мореплавания в жестких климатических и гидрологических условиях Арктики.

Литература

Милкин В.И., Калитёнков Н.В., Загороднева Н.С., Амелкин Д.А. Универсальная поляризационная зигзагообразная антенна. Патент RU 2399126, 2009.