

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КРУПНОАПЕРТУРНЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ РЕЗОНАНСНЫХ ЧАСТОТ ОТДЕЛЬНЫХ ЛЕДНИКОВ ИЛИ УЧАСТКОВ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

д.т.н., проф. В.И. Карпенко, д.ф.-м.н. В.Н. Ващенко, к.т.н. О.В. Карпенко

Предложен способ определения собственных резонансных частот сложных природных объектов путем использования крупноапертурных антенн на основе покрытий, формирующих зоны Френеля для исследуемого спектра ожидаемых резонансных частот.

Введение. Одним из наиболее информационных параметров, по которым можно судить о состоянии крупногабаритных объектов, например, ледников, отдельных айсбергов и т.д., является значение собственных резонансных частот этих объектов. В зависимости от формы, структуры и материала объекта, его состояния, эти частоты, как правило, будут находиться в различных участках радиотехнического диапазона длин волн (от миллиметрового до декаметрового и ниже).

В связи с этим определение собственных резонансных частот, а тем более динамики изменения собственных резонансных частот представляет собой **важную научно-техническую задачу**.

В настоящее время единой математической теории расчета собственных резонансных частот сложных объектов практически не существует, хотя известен **ряд фундаментальных работ** по теории устойчивых и неустойчивых резонаторов [1 – 3]. Вместе с тем получение такой информации является очень важным фактором в различных областях науки и техники.

В ряде работ [4, 5, 7], выполненных авторами данной статьи, рассмотрены принципы построения крупноапертурных оптоуправляемых антенн, обеспечивающих предельную дифракционную разрешающую способность при лоцировании объектов в условиях фазовых искажений принимаемого поля. Принцип работы этих антенн заключается в том, что в каждой точке оптоуправляемой поверхности крупноапертурной антенны под действием оптического излучения изменяется комплексный коэффициент отражения СВЧ поля при работе, как на излучение, так и на прием таким образом, что оптоуправляемая поверхность представляет

собой адаптивную радиолинзу. На рис. 1 поясняется работа такой системы, где 1 – поверхность оптоуправляемой антенны; 2 – оптический осветитель.

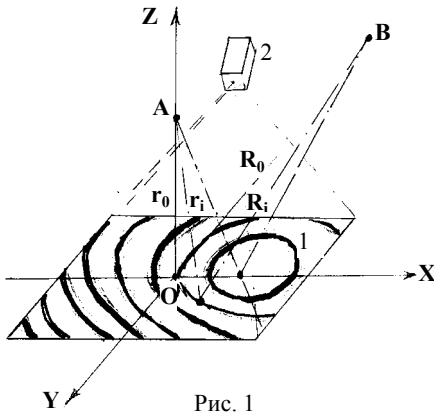


Рис. 1

Источник излучения СВЧ поля находится в точке А. Тогда для фокусировки излучаемого поля в заданную точку В необходимо создать на покрытии антенны освещенность в виде светлых и темных колец, образующих зоны Френеля для СВЧ поля. Границы колец для случая, когда точка В принадлежит плоскости XOZ, описывается функцией (n – целое число; R_0 и r_0 – расстояние от начала системы координат до

точки фокусировки и излучателя; λ – длина волны излучаемого СВЧ поля):

$$x^2 \left(\frac{\cos^2 \Theta_y}{2R_0} + \frac{1}{2r_0} \right) + y^2 \left(\frac{1}{2R_0} + \frac{1}{2r_0} \right) - X \sin \Theta_y = \frac{n\lambda}{2}. \quad (1)$$

В общем случае, независимо от формы поверхности антенны, эти границы определяются выражением

$$\rho_i - r_i = \frac{n\lambda}{2}. \quad (2)$$

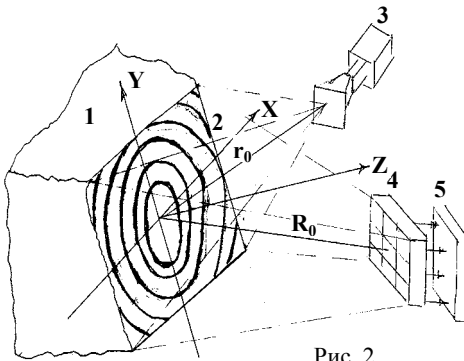


Рис. 2

Если предположить, что антенну в виде зон Френеля будем создавать для вполне определенного диапазона длин волн, который перекрывает основные резонансные частоты исследуемого объекта, а сама антенна будет представлять набор полностью поглощающих и частично поглощающих-ото-

бражающих колец, границы которых с учетом поверхности антенны покрывающего объект, определяются выражением (2) (рис. 2, где 1 – объект для определения собственных резонансных частот, например, ледник, айсберг и т.д.; 2 – антенна в виде зон Френеля, покрывающая одни из склонов ледника, айсберга; 3 – излучатель СВЧ поля, расположенный на расстоянии r_0 ; 4 – матрица приемных СВЧ элементов, расположенная

на расстоянии R_0 ; 5 – устройство обработки сигналов).

В дальнейшем будем называть темными кольцами зонной антенны те кольца, которые поглощают практически на себя и не передают объекту энергию, а также ее не излучают. Световые кольца имеют коэффициент поглощения μ и коэффициент отражения η СВЧ поля в диапазоне частот Δf . Тогда при нахождении резонансных частот в спектре Δf сигналы на выходе соответствующих приемников матрицы 4 будут существенно изменяться.

Еще более привлекательным является эксперимент, когда крупноапертурная зонная антенна находится на поверхности воды, как это представлено на рис. 3, где 1 – водная поверхность; 2 – крупноапертурная зонная антенна, выполненная в виде колец Френеля; 3 – возвышенность, на которую располагается матрица приемных элементов 4 и устройство обработки сигналов; XYZ – система координат в плоскости YOZ, где расположена данная антенна; угол Θ – исследуемое направление прихода поля на резонансных частотах воды.

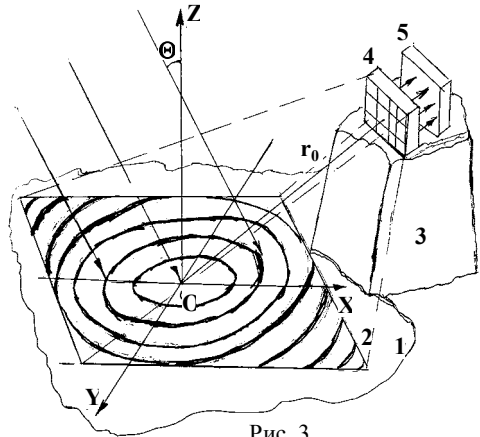


Рис. 3

В основе построения такой системы заложен следующий логический подход. Вода, как одна из основных составляющих планеты с множеством живых организмов, имеет ряд очень интересных свойств, зависящих от электрических, магнитных, гравитационных и других основополагающих видов полей и может являться накопителем внешней космической энергии. Такая энергия при сравнительно небольших апертурах антенн не превышает уровня собственных шумов. И только при условии, что сама поверхность воды является непосредственно антенной, кроме того, крупноапертурной антенной в сотни и тысячи метров с фокусировкой принимаемого поля из выбранного направления в строго определенную точку, можно утверждать, что только такая система наблюдения даст определенные результаты.

В перспективе видны направления усовершенствования таких исследований. Так, например, вся поверхность может покрываться сплошной пленкой, на которую нанесен фотопроводник, чувствительный к лазерному освещению. В таком случае может быть реализована адаптивная система приема, как это представлено в работах [4, 6]. Здесь особый интерес может вызвать процесс изменения собственных резонансных

частот водной волнующейся поверхности. А сами подходы могут быть использованы для принципиально новых методов обнаружения подводных и особенно движущихся подводных объектов.

Выводы. В работе показана принципиальная возможность исследования резонансных частот крупногабаритных объектов и водных поверхностей большой площади на основе пленочных крупноапертурных антенн, представляющих собой набор зон Френеля.

Предложенная схема анализа собственных резонансных частот водной поверхности может найти широкое применение в направлениях энергетического обмена воды как феноменальной структуры космического пространства.

Техническая реализуемость указанных методов не вызывает больших экономических затрат, а элементная база существует на предприятиях радиотехнической промышленности Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шестопалов В.П. *Спектральная теория и возбуждение открытых структур*/ Институт радиофизики и электроники АН. – К.: Наук. думка, 1987. – 287 с.
2. Шестопалов В.П., Кириленко А.А., Рудь Л.А. *Резонансное рассеяние волн. Т. 2. Волноводные неоднородности.* – К.: Наук. думка, 1986. – 216 с.
3. Фокс А., Ли Т. *Резонансные типы колебаний в интерферометре квантового генератора* // Сб. статей «Лазеры, оптические когерентные квантовые генераторы и усилители». – М.: Иностранная литература, 1963.
4. Карпенко В.И., Феценко А.Б., Мазанов В.Г. *Способы фокусирования СВЧ-излучений и принципы построения голографических устройств оптической обработки радиосигналов в оптоуправляемых системах* // Радиотехника (Москва). – 2001. – Вып. 6. – С. 38 – 42.
5. Карпенко В.И., Феценко А.Б., Голуб Ю.В., Карпенко О.В. *Синтез оптимального алгоритма формирования фазосопряженного поля, реализуемого в раскрытые оптоуправляемых антенн* // Наука і оборона. – К.: 1994. – Вып. 3. – С. 105 – 110.
6. Карпенко В.И., Голуб Ю.В., Франков А.В. *Применение жидкостей с высокой диэлектрической проницаемостью для построения антенн в миллиметровом диапазоне длин волны* // Радиоэлектроника. – Х.: 1996. – Т. 39, № 9. – С. 63 – 68.
7. Карпенко О.В. *Оптические проекционные устройства управления в оптоуправляемых антеннах* // Зб. наук. праць ХВУ. – Х.: ХВУ. – 1997. – Вып. 14. – С. 85 – 88.

Поступила 18.05.2004

КАРПЕНКО Владимир Иванович, доктор техн. наук, профессор, зам. начальника ХВУ по научной работе. Окончил ВИРТА ПВО в 1968 году. Области научных интересов – радиооптика, высокоточное получение координатной информации в движущихся объектах, адаптивные переизлучающие системы.

ВАЩЕНКО Владимир Николаевич, доктор физ.-мат. наук, СИС. Область научных интересов – методы мониторинга атмосферы и земной поверхности.

КАРПЕНКО Олег Владимирович, канд. техн. наук, доцент. Окончил МВИЗРУ в

1991 году. Область научных интересов – оптоуправляемые антенные системы.