

УДК 654.93

РАДИОЛУЧЕВЫЕ ОХРАННЫЕ СРЕДСТВА С ФАЗИРОВАННЫМИ АНТЕННЫМИ РЕШЕТКАМИ

К. т. н. К. В. Колесник¹, к. т. н. Г. М. Виноградов²

¹НТУ «Харьковский политехнический институт»;

²НПФ «Превин», г. Киев

Украина

kolesniknet@ukr.net.vinograd.gen@yandex.ua

Представлен обзор результатов работ, связанных с исследованиями технических средств охраны объектов различного назначения, которые проводились с участием авторов в течение ряда лет. Одним из таких средств являются электромагнитные заборы. Предложено использовать в системах формирования электромагнитного поля заданной формы в качестве излучателей микрополосковые фазированные антенные решетки (ФАР). Показаны основные направления совершенствования радиолучевых охранных средств с ФАР.

Ключевые слова: радиотехнические системы, СВЧ-поле, фазированные антенные решетки, электромагнитный забор, охрана периметра объекта.

Одним из методов контроля заданных участков пространства, с точки зрения возможности появления на этих участках различных объектов (нарушителей), является регистрация радиолокационной тени от этих объектов, регистрируемой в момент пересечения ими пространства в зоне действия диаграммы направленности используемого радиоэлектронного устройства контроля. Этот метод нашел применение в радиолучевых устройствах охраны периметров объектов, получивших название электромагнитного (ЭМ) забора [1, 2]. При этом для обеспечения возможности создания узконаправленного потока высокочастотной энергии с определенными параметрами диаграммы направленности (ДН) достаточно эффективным оказалось использование в ЭМ-заборе фазированных антенных решеток (ФАР), выполняемых по микрополосковой (МП) технологии (МП ФАР) [3—5]. Однако растущие требования к работе охранных радиотехнических устройств в сложной помеховой обстановке и более эффективному контролю состояния охраняемого пространства привели к необходимости создания антенных решеток с новыми, принципиально улучшенными свойствами, в частности цифровых антенных решеток (ЦАР), а также методов обработки получаемой информации. В настоящем докладе авторы представляют практические результаты ряда работ, в которых они принимали непосредственное участие и которые посвящены решению указанных проблем. Кратко перечислим эти результаты.

1. Применение ЦАР как со стороны приемника, так и со стороны передатчика [6] позволило реализовать в ЭМ-заборе работу одновременно в двух режимах: обозрения пространства узким лучом в пределах узкой ДН, и сканирование узким лучом в широкой ДН. Кроме того, применение ЦАР в переключаемом режиме позволило решать также вопросы измерения расстояний до интересующих объектов — дальнометрия.

2. Применение в ЭМ-заборе МП ФАР [7] позволило существенно уменьшить его стоимость за счет отказа от применения технологии фотолитографии, особенно в случае использования антенных решеток больших размеров.

3. В ЭМ-заборах, используемых на местности со сложным рельефом, применяют радиозеркальные системы. В реальных условиях опоры этих систем подвергаются всякого рода колебаниям: как от ветра, так и от других механических воздействий. Для обеспечения эффективной работы устройства было предложено использовать самокомпенсирующиеся механические развороты радиозеркал [8].

4. МП антенные решетки — узкополосные, что в общем случае обеспечивает достаточную информативность ЭМ-забора. Однако для расширения возможностей устройства было предложено использовать антенный МП-модуль [9], работающий на трех (а возможно, и на шести) частотных поддиа-

пазонах, например 1, 10 и 30 ГГц. Это позволило обеспечить получение значительно большего объема информации об объектах контроля, а применение автокорреляционных методов обработки, в свою очередь, обеспечило существенное уменьшение мощности СВЧ-потока вплоть до частот, ниже уровня естественных шумов, что придает скрытность работе ЭМ-забора [10].

5. В [6] представлен ЭМ-забор с ЦАР, позволяющий осуществлять сканирование и другие манипуляции ДН, но только в режиме приема. Однако, как следует из анализа мощности сигнального и помехового СВЧ-потоков, для того чтобы увеличить контраст сигнала, необходимо иметь возможность «подсвечивания» СВЧ-потоком сам объект контроля или интересующую часть пространства. С этой целью в [11] предложена манипуляция ДН в режиме излучения антенны. Это позволило увеличить чувствительность ЭМ-забора, улучшить в нем информационную достоверность. Кроме этого, предложенный способ создает предпосылки для решения в СВЧ-диапазоне следующих задач: визуализация радиоизображения, регистрация и отождествление нарушителя (человек или животное и т. д.), регистрация расстояния до него, формирование скрытых «калиток», наблюдение за приграничной зоной и т. д.

Полученные результаты показывают перспективность исследований, направленных на создание современных радиолучевых охранных средств высокой эффективности.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Колесник К.В., Смаглюк В.В., Виноградов Г.М. Особенности построения систем охранной сигнализации с использованием электромагнитного потока СВЧ-сигнала // Труды 6-й МНПК «Современные информационные и электронные технологии». — Украина г. Одесса, 2005. — С. 56.
2. Виноградов Г.М., Колесник К.В., Смаглюк В.В. Системы охранной сигнализации на основе электромагнитного потока СВЧ-сигнала и фазообразующих средств // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. — 2006. — № 1 (61). — С. 13—14.
3. Заявка на патент №200510913 UA. Радиолучевая охранная система с зоной регистрации проникновения в виде электромагнитного забора / Виноградов Г.М., Колесник К.В., Смаглюк В.В.
4. Патент №55520 UA. Радиолучевая охранная система» / Виноградов Г.М. и др. — 15.04.2003
5. Заявка на патент № 20040504096 UA. Радиолучевая охранная система – электромагнитный забор / НПФ «Превин ЛТД», НАУ/ В. П. Бабак, Г.М. Виноградов, В.П. Харченко.
6. Заявка на патент № а 2013 15281 UA. Интеллектуальный электромагнитный забор / Виноградов Г.М., Виноградов А.Г.
7. Патент № 88591 UA на полезную модель. Гибридная микрополосковая антенная решетка / Виноградов Г.М., Виноградов А.Г.
8. Заявка на патент № а201311256 UA. Зеркальная система / Виноградов Г.М., Виноградов А.Г.
9. Заявка на патент № u 2014 06003 UA. Трехдиапазонная микрополосковая антенна / Виноградов Г.М., Виноградов А.Г.
10. Заявка на патент № а 2014 10464 UA. Интеллектуальный электромагнитный забор с корреляционной обработкой информации / Виноградов Г.М., Виноградов А.Г., Лелюх Н.И., Колесник К.В.
11. Заявка на патент № u 2014 13161 UA. Интеллектуальный электромагнитный забор с пространственной манипуляцией электромагнитными полями / Виноградов Г.М., Виноградов А.Г.

G. M. Vinogradov, K. V. Kolesnik

Radio-beam security tools with phased arrays.

The paper provides an overview of the results of security systems research, which were carried out by the authors over a number of years. One case of such systems are electromagnetic fences. It is proposed to use microstrip phased array antennas as radiators in systems generating an electromagnetic field of a predetermined shape. The basic ways of perfection of radio-beam security tools with phased array antennas are offered.

Keywords: *radio systems, microwave field, phased array, electromagnetic fence, object perimeter security.*
