



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

**Материалы
II Международной научно-технической
конференции
17-18 ноября 2014 г.**

Книга 2

**Омск
Издательство ОмГТУ
2014**

Секция 2

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, ЭЛЕКТРОНИКА И РАДИОТЕХНИКА

<i>К.В. Авдеева, А.О. Иванова</i> АППАРАТУРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ	140
<i>С.С. Баранова, С.В. Бирюков</i> СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВРАЩАЮЩИМСЯ СФЕРИЧЕСКИМ ДАТЧИКОМ	144
<i>К.В. Лобов, Д.В. Риттер, В.П. Кисмерешкин</i> АЛГОРИТМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	149
<i>А.И. Бондаревский</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАНДАРТОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНКИНГОВОЙ РАДИОСВЯЗИ	152
<i>А.И. Бондаревский</i> ОСОБЕННОСТИ АУТЕНТИФИКАЦИИ АБОНЕНТА В СИСТЕМАХ ТРАНКИНГОВОЙ РАДИОСВЯЗИ СТАНДАРТА TETRA	157
<i>Д.В. Риттер, В.П. Кисмерешкин</i> АНАЛИЗ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМ КОРОТКОВОЛНОВЫХ ПРИЕМНЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ АНТЕННЫХ СИСТЕМ	161
<i>Р.Ю. Гошля</i> ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТЕПЛОВОЙ ПРИЁМНИК ИЗЛУЧЕНИЯ С ЧАСТОТНЫМ ВЫХОДНЫМ СИГНАЛОМ	165
<i>С. Е. Захаров, С. М. Ломов</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ДЕТАЛИ В ЦЕНТРАХ КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА	169

3. ETSI EN 300 392-7 V3.0.2 (2007-07) Radio Equipment and Systems (RES); Trans-European Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D); Part 7: Security,

4. Овчинников А.М. TETRA – стандарт, открытый для всех - “Специальная техника”, май 2003, № 5. с.32–36.

УДК 621.396.677.494

Д.В. Риттер, В.П. Кисмерешкин

Омский государственный технический университет, г. Омск

АНАЛИЗ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМ КОРОТКОВОЛНОВЫХ ПРИЕМНЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ АНТЕННЫХ СИСТЕМ

Перспективным направлением развития техники многоканального коротковолнового (КВ) радиоприема и радиопередачи, обеспечивающим достижение высоких технико-экономических показателей разрабатываемых комплексов различного назначения (радиосвязь, загоризонтная и поверхностная радиолокация, системы “подогрева” ионосферы, радиоразведки, радиопротиводействия), является использование нового класса интегрированных устройств – антенных систем (АС) [1...3].

Основным принципом построения КВ приемных многоканальных антенных систем (ПрМАС), определяющим их как самостоятельный класс устройств, является использование цифровых (нелинейных) элементов непосредственно в радиоприемных трактах, подключенных к выходам упорядоченной совокупности антенных элементов, образующих антенную решетку (АР) [1, 4]. Таким образом, в ПрМАС цифровая обработка парциальных сигналов начинается практически прямо в антенне (антенном элементе - АЭ), что позволяет реализовать КВ ПрМАС как многоканальный динамический пространственно-частотный фильтр с параметрическим управлением его характеристиками.

Цель работы – развитие принципов построения и исследование основных параметров КВ ПрМАС для различных вариантов размещения АЭ на поверхности земли.

Нормированный сигнал на любом из M выходов МАС (множитель АР) определяется выражением:

$$S_{\Sigma}(\Delta\varphi, \Delta\theta) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i(\Delta\varphi, \Delta\theta), \quad (1)$$

где $\Delta\varphi$, $\Delta\theta$ - отклонение текущих координат (азимут и полярное расстояние) от биссектрисы формируемой ДН, $\Delta\varphi \in \{0 \dots \pm \pi\}$; $\Delta\theta \in \{0 \dots \pm \frac{\pi}{2}\}$; N - количество АЭ в АР.

Сигнал на выходе i -го АЭ определяется (без учета линейного изменения фазы сигнала за счет рабочей частоты f_m):

$$S_i(\Delta\varphi, \Delta\theta) = \cos(\Phi_{\Sigma i, m}) = \cos(2\pi |R_i| / \lambda_m \cdot \sin(\theta_m - \Delta\theta) \cdot \cos[(\varphi_m - \varphi_i) - \Delta\varphi]), \quad (2)$$

где $\Phi_{\Sigma i, m}$ - значение необходимой задержки по фазе (набега фазы) сигнала, поступающего с i -го АЭ и обеспечивающее формирование m -ой ДН; φ_m , θ_m - полярные координаты положения биссектрисы m -ой формируемой ДН, $m \in \{1, 2 \dots M\}$; φ_i , $|R_i| = \sqrt{X_i^2 + Y_i^2}$ - азимут и модуль вектора, соединяющего центр АР с точкой размещения i -го АЭ на плоскости земли; λ_m - длина волны радиосигнала, поступающего с m -го направления.

Величина пространственного набега фазы $\Phi_{\Sigma i, m}$ зависит от разности хода лучей $d_{i, m}$, поступающих с направления прихода m -го радиосигнала в точку фазового центра МАС и в точку размещения i -го АЭ.

Величина $d_{i, m}$ определяется скалярным произведением векторов R_i и r_m [5]:

$$d_{i, m} = (R_i \cdot r_m), \quad (3)$$

где R_i - определен ранее, r_m - единичный вектор, совпадающий с направлением прихода m -го радиолуча.

Значение $\Phi_{\Sigma i, m}$ для случая дискретизации радиосигнала, поступающего с m -го направления, с периодом τ определится выражением:

$$\Phi_{\Sigma i, m} = \lfloor \Phi_{\Sigma i, m} \rfloor + [\Phi_{\Sigma i, m}] = \frac{2\pi}{\lambda_m} \{c \cdot \tau \cdot k_{i, m} + c \cdot \tau \cdot \Delta k_{i, m}\}, \quad (4)$$

где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с - скорость распространения радиоволны в свободном пространстве, $k_{i, m} \in \{0, 1, 2, \dots\}$, $\Delta k_{i, m} \in \{0 \dots 1\}$,

$\lfloor \cdot \rfloor$ - обозначение целой и дробной частей значения $\Phi_{\Sigma i, m}$ соответственно.

Аналитические выражения (1)–(4) были положены в основу проведения вычислительного эксперимента по исследованию зависимости значения ширины ДН множителя АР от:

- конфигурации размещения АЭ (линейная, прямоугольная, кольцевая);
- количества АЭ в АР: $N = 8, 16, 32$;
- расстояния между АЭ: 5м; 7,5м; 10м;
- значения частоты принимаемого сигнала $f_m = (3 \dots 30)$ МГц.

Разработка КВ многоканального ПрмЦ на основе КВ ПрМАС обеспечивает уменьшение линейных размеров площадок, занимаемых приемными антенно-фидерными устройствами (антенны типа VН) действующих ПрмЦ, в 9-10 раз при сохранении значений основных показателей (КУ, круговой сектор приема по азимуту).

В заключении следует отметить, что разработка КВ ПрМАС согласно перечисленным выше принципам обеспечивает возможность работы ПрмЦ в условиях сложной помеховой обстановки. Эта возможность обусловлена параметрами тракта обработки парциальных выходных сигналов АЭ [4]:

- уровнем блокирования тракта приема и обработки не менее 106 дБмкВ (0,2 В) при отстройке $\pm 5\%$ от частоты основного канала приема;

- динамическим диапазоном по интермодуляционным искажениям тракта приема и обработки не менее 105 дБмкВ при отстройке $\pm 5\%$ от частоты основного канала приема.

Библиографический список

1. Азаров Г.И., Перфилов О.Ю. Общие вопросы исследования и разработки антенно-фидерных устройств средств радиосвязи и радиовещания. // Сб. "Актуальные вопросы проектирования антенно-фидерных устройств средств радиосвязи и радиовещания". / Под ред. Г.И. Трошина. – М.: Изд. "Сайнс-Пресс". – 2001. – С. 6-10.
2. Бузов А.Л. Современные тенденции развития антенной техники ДКМВ – радиосвязи. //Антенны. – 2007. – Вып. 10(125). – С. 44 – 50.
3. Петров В. Современное состояние и перспективы развития загоризонтных систем и средств обнаружения. // Зарубежное военное обозрение. – 2006. – №3. – С. 18-22.
4. Bannikov I.M., Valeev M.M., Khazan G.K. New generation of digital HF receivers for state-of-the-art radioreceiving and radiomonitoring complexes // Сб. докл. 13-й междунар. научно-технич. конференции "Радиолокация Навигация Связь" (RLNC-2007). – Воронеж: Изд. НПФ ООО "Саквоее". – 2007. – Т.2. – С.1270-1276.
5. Антенны и устройства СВЧ. / Под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радио и связь – 1981. – 432с.
6. Патент №72 105; Россия. МПК H04B 1/00 Приемный радиоцентр. Оpubл. 27.03.2008г., бюлл. №9.