

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ УГЛОВОГО СВЕРХРАЗРЕШЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

Сафонова А.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Кошелев В.И.

Рязанский государственный радиотехнический университет, Россия

E-mail: Anastasia-altair@mail.ru

Аннотация — Исследованы возможности методов углового сверхразрешения источников излучения (ИИ), рассмотрена их устойчивость при граничных значениях отношения сигнал-шум (ОСШ). Проведен сравнительный анализ методов оценки угловых координат.

1. Введение

Применение современных методов нелинейного спектрального анализа позволяет решать задачу углового разрешения источников, разнесенных на сколь угодно малое угловое расстояние, при условии, что отношение сигнал-шум велико, а отклонение амплитудно-фазового распределения в раскрытие реальной антенной системы от модельного пренебрежимо мало.

В докладе рассмотрены методы углового сверхразрешения, способные обеспечить высокую точность определения координат ИИ.

2. Основная часть

По способам обзора пространства все методы сверхразрешения можно разделить на две группы: с последовательной и параллельной пеленгацией [1]. В методах первой группы, к которым относятся метод Кейпона, метод классификации множественных сигналов (*MUSIC*), метод теплового шума (ТШ), метод «собственных» векторов (*EV*), выполняется последовательный пространственный анализ. Угловые координаты ИИ при последовательном обзоре пространства находятся путем математического сканирования с помощью опорного пространственного сигнала и последующего отыскания положения максимумов.

Для сравнительной оценки методов спектрального оценивания используются три показателя: разрешающая способность, степень смещения оценки пеленгов и вариабельность оценки или ее дисперсия, в пределах которой положение спектрального максимума, характеризующего направление на ИИ, изменяется под действием шумовых факторов [2].

Методы сверхразрешения требуют высокого значения отношения сигнал-шум (ОСШ) для обеспечения требуемой точности. Рассмотрим устойчивость методов при малых ОСШ. Граничные значения ОСШ, при которых методы высокого разрешения остаются работоспособными при наличии на входе одного сигнала, приведены в таблице 1, при наличии двух сигналов — в таблице 2. За граничное ОСШ принималось такое, при котором средний уровень ложных максимумов выходной характеристики измерителя не превышал -10 дБ. Число выборок равно 150. В таблицах также указаны разрешающая способность, смещение и СКО оценок при данном ОСШ.

Таблица 1

Метод	ОСШ, дБ	Смещение, град.	СКО
Кейпона	4,5	0,09	1,38
MUSIC	- 0,5	0,03	2,78
ТШ	5	0,05	1,34
EV	0	0,03	2,76

Таблица 2

Метод	ОСШ, дБ	Разрешающая способность, град.	Смещение, град.	СКО
Кейпона	14,5	34	6,2	6,5
MUSIC	8	31	1,4	3,2
ТШ	9	36	3,35	4,3
EV	10	28	0,9	2,7

При наличии на входе двух сигналов для корректного разрешения требуется ОСШ, большее, чем при обработке одного сигнала. При приеме двух сигналов из рассмотренных методов наиболее выгодным в энергетическом смысле является метод *MUSIC*, т.к. для обеспечения его работоспособности требуется ОСШ на несколько дБ меньше, чем для методов теплового шума и *EV*, и почти в 2 раза меньше по сравнению с методом Кейпона. Заметим, что в односигнальном случае оценки, получаемые любым из рассматриваемых методов, являются практически несмещенными. При обработке двух сигналов оценки углов прихода, получаемые методами Кейпона и теплового шума являются сильно смещенными при разное источников на угол, равный разрешающей способности, оценки, получаемые с помощью алгоритмов *MUSIC* и *EV*, обладают меньшим смещением.

3. Заключение

Рассмотрены методы углового сверхразрешения ИИ, проведена их сравнительная оценка при граничных значениях ОСШ. По полученным результатам можно сделать вывод, что при наличии на входе одного или двух сигналов лучшими методами в части требуемого ОСШ и обеспечения необходимой точности являются *MUSIC* и *EV*.

4. Список литературы

- [1] Защита радиолокационных систем от помех. Состояние и тенденции развития. / под ред. А.И. Канащенкова, В.И. Меркулова. — М.: Радиотехника, 2003. — 416 с.
- [2] Джонсон Д.Х. Применение методов спектрального оценивания к задачам определения угловых координат источников излучения / Д.Х. Джонсон // ТИИЭР. — 1982. — Т. 70, №9. — С. 126 — 139.

ACCURACY RESEARCH OF THE METHODS OF THE CORNER SUPERRESOLUTION OF RADIATION SOURCES

Safonova A.V.

Scientific adviser: Khoshchev V.I.

Ryazan State Radioengineering University, Russia

Abstract — The possibilities of using the methods of angular superresolution of sources are considered. The methods' stability for limit values of the signal-to-noise ratio is investigated. A comparative analysis of the angular coordinates' estimation methods is made.