

проверке курсовых работ и избавляет от ошибок. Кроме того, создается черновик документа, в котором указываются недостатки работы студента, если они есть.

Список использованных источников.

1. Работаем с Calc // Основы работы в OpenOffice. - М.: «Открытые Системы», 2007.
2. Ковригина Е.В. Создание и редактирование электронных таблиц в среде OpenOffice.org: Учебное пособие. - Москва: 2008. - 85 с.
3. OpenOffice.org: Теория и практика / И. Хахаев, В. Машков, Г. Губкина и др. - М.: ALT Linux; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 319 с.
4. Питоньяк, Э. OpenOffice.org pro. Автоматизация работы / Э. Питоньяк. - М.: Книга по Требованию, 2009. - 496 с.
5. Дмитриев А.В. Задания для курсовой работы «Расчет параметров симметричного кабеля связи» по дисциплине «Системы и линии связи»

Дмитриев Алексей Витальевич, старший преподаватель ФГБОУ ВПО "МГУ им. Н.П. Огарёва", e-mail: dmitriev_mgu@mail.ru.

Лобанова София Борисовна, студентка 3 курса кафедры инфокоммуникационных технологий и систем связи ФГБОУ ВПО "МГУ им. Н.П.Огарёва", e-mail: mu.war.666.13@gmail.com

Постригань Ксения Алексеевна, студентка 3 курса кафедры инфокоммуникационных технологий и систем связи ФГБОУ ВПО "МГУ им. Н.П.Огарёва", e-mail: k_postrigan@mail.ru

УДК 621.396

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОПЕЛЕНГАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ СИГНАЛОВ МЕТОДОМ МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ

Ю.Б. Нечаев, И.В. Пешков, Н.А. Фортунова

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец

В работе проведена статистическая оценка стохастического метода максимального правдоподобия для задач радиопеленгации. Получены зависимости среднеквадратического отклонения (СКО) для азимутальной и угломестной пеленгации в различной шумовой обстановке.

Функция правдоподобия (Stochastic maximum likelihood - SML) одного отсчета $\vec{\mathbf{x}}(t_i)$:

$$p_i(\mathbf{x}) = \frac{1}{\pi^N |\mathbf{R}|} e^{-\mathbf{x}^H \mathbf{R}^{-1} \mathbf{x}}$$

В качестве антенных решеток выбраны круговые, шестиугольные, прямоугольные и восьмиугольные антенные решетки. Оценка проводилась в различных сценариях. Все антенны состоят из 24 антенных элементов,

которые равномерно расположены вдоль внешнего кольца радиуса $r=(12/2\pi)\lambda$, расстояние между соседними элементами изменяется между 0.5λ , 0.75λ , 1.5λ .

Диапазон отношения сигнал / шум (SNR) составляет от 15 дБ до 0 дБ, количество усредняющих выборок K матрицы пространственной корреляции равно 100, количество итераций составляет 500. Выполнена оценка среднеквадратичной погрешности пеленгов направления прихода по азимуту и углу места относительно их истинных значений.

Рассмотрены случаи поступления на антенну одного и двух сигналов.

Расположение сигнала по азимуту составляет 25° , а углы места φ : 5° , 85° и в середине 45° . Таким образом, зависимость СКО от угла места сигнала будет установлена для рассматриваемых массивов. ОСШ равен 5 дБ в эксперименте. Дополнительно полученные результаты SML сравниваются с известными характеристиками метода MUSIC в тех же условиях. В целом, учитывая оба метода, в случае одного поступающего сигнала различия в соответствующих характеристиках точности планарных антенных решеток довольно малы.

Результаты после симуляции двух поступающих сигналов получены для трех углов места, чтобы узнать среднеквадратическую зависимость от положения в пространстве. Разделение по азимуту увеличивается из-за слишком высоких ошибок оценки. После оценки СКО пеленга можно сделать следующие выводы.

Дифференцирование СКО в зависимости от угла места источников сигнала очевидно. Наибольшие ошибки в оценке 2D DOA возникают, когда источники сигнала имеют координату возвышения $\varphi = 85^\circ$. Самые низкие погрешности - при $\varphi = 45^\circ$. Кроме того, если сигналы имеют угол места $\varphi = 10^\circ$, то среднеквадратичное отклонение при оценке азимута выше, чем при оценке углов места.

Самая низкая точность наблюдается, если источники сигналов лежат близко к 0° в плоскости возвышения. Следовательно, было невозможно получить точные значения для метода MUSIC для квадратных и круглых антенных решеток. Приблизительно в середине рассматриваемых координат, которая находится при $\varphi = 45^\circ$, может быть получена наилучшая точность. SML более стабилен.

Кольцевая антенная решетка показала наименьшие значения ошибок (следовательно, большую точность в оценке координат радиоисточников). 8-сторонние и 6-сторонние решетки обеспечивают сопоставимые характеристики точности. 4-х сторонняя антенная решетка, если не принимать во внимание тенденцию к ложным пикам (MUSIC) и падению в локальных минимумах (SML), также показывает наименьшую ошибку при определении направления. Однако появление выпадающих оценок (выбросов) на 10° и более снижает надежность.

SML демонстрирует лучшую стабильность по сравнению с методом MUSIC и лучшую точность. Конфигурация круговой антенной решетки с методом SML является наилучшей. Применение квадратной антенной решетки опасно, поскольку SML может попадать в локальный минимум и давать координаты, сильно отличающиеся (более 10°) от истинных.

Список использованных источников

1. Tuncer T., Friedlander B. Classical and Modern Direction-of-Arrival Estimation. - Academic Press. 2009- 456 p.

2. Ермолаев В.Т. Современные методы пространственной обработки сигналов в информационных системах с антенными решетками / В.Т. Ермолаев, А.Г. Флакман. - Нижний Новгород, 2007 - 99 с.

Нечаев Юрий Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики, радиотехники и электроники. E-mail: radio@elsu.ru.

Пешков Илья Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики, радиотехники и электроники. E-mail: ilypeshkov@gmail.com.

Фортунова Наталия Александровна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физики, радиотехники и электроники. E-mail: fortuna@elsu.ru.

УДК 621.396

РАСЧЁТ МНОЖЕСТВЕННЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ ПОТЕРЬ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ РАДИОСИГНАЛОВ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЭПШТЕЙНА – ПЕТЕРСОНА И МСЭ

И.В. Пешков

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец

Рассмотрим несколько препятствий, основываясь на географических данных реальной трассы распространения УКВ радиосигнала. Возьмем за основу расположение источника QPSK-сигнала центр города Елец ($52^\circ 37'$ с. ш. $38^\circ 28'$ в. д.). Приёмную цифровую антенную решётку расположим в центре города Липецк ($52^\circ 37'$ с. ш. $39^\circ 36'$ в. д.). Для того что бы оценить дифракционные потери на данной трассе необходимо знать рельеф по прямой линии между данными населенными пунктами. Схематическая диаграмма препятствий с 13-ю кромками, использованная для числового примера в исследовании, показана на рис. 1.

Далее в табл. 1 приведены сводные данные по вычисленным значениям дифракционных потерь после каждой преграды из рис. 1, а также общее значение затухания без учета ослабления в зависимости от расстояния между передатчиком и приёмником. Кроме того, приведены параметры дифракции Френеля-Кирхгофа H_c с величинами просвета h_c , вычисленные для тринадцати клиновидных препятствий для каждой преграды.