(cc) BY

Баимбетов Ердос Нурланович
магистрант, инженер-радиотехник
Институт системной
интеграции и безопасности
ФГБОУ ВПО «Томский государственный
университет систем
управления и радиоэлектроники»
г. Томск, Томская область

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРИЗЕМНЫХ ТРАССАХ

Аннотация*: в данной статье представлен программный модуль системы моделирования сигналов источника радиоизлучения. Автор приходит к выводу, что на основе марковских цепей можно создать электронную карту местности, которая позволит проводить всестороннее изучение однопозиционных методов местоопределения источника радиоизлучения (ИРИ).*

Ключевые слова*: источник радиоизлучения, марковские цепи, сигнал, приземные трассы.*

Системы, в которых положение источника радиоизлучения (ИРИ) определяется на основании измерения разностей фаз сигналов, принятых разнесенными в пространстве антенны, образующих линейные, плоские или конформные решетки [1], называются фазовыми пеленгаторами. Поскольку такие системы являются преимущественно угломерным, то для определения координат ИРИ на местности используют несколько приемных пунктов, в каждом из которых происходит определение пеленга ИРИ.

В последнее время появились работы, в которых для определения местоположения ИРИ необходимо иметь лишь один пункт приема [2]. Для этого исполь-

зуют сигналы ИРИ, отраженные от множества элементов рельефа, растительности и искусственных сооружений. Измеряя разность времен распространения этих сигналов и имея карту местных предметов, можно решить данную задачу.

При реализации однопозиционных методов определения местоположения ИРИ возникает ряд проблем, одной из которых является отсутствие достоверной электронной карты местности. Построение цифровой карты местности с помощью радиолокационной съемки или аэрофотосъемки связано с большими затратами.

Разумной альтернативой этому является построение карты местности на основе марковских цепей [3]. Порождаемое поле имеет случайный характер. Его корреляционные свойства зависят от выбора типов его составных элементов и частоты их появления. Это позволяет управлять характеристиками генерируемого поля: морфологией, вероятностными и спектральными его свойства. На рис. 1 приведен пример марковской цепи: контурного изображения и полученного на его основе растрового изображения. Таким образом, целью данной работы является разработка программного модуля, который интерпретирует контуры марковской цепи в качестве границ объектов, расположенных на местности, и определяет такие параметры прямого и отраженных сигналов как мощность, углы приходов, время задержки.

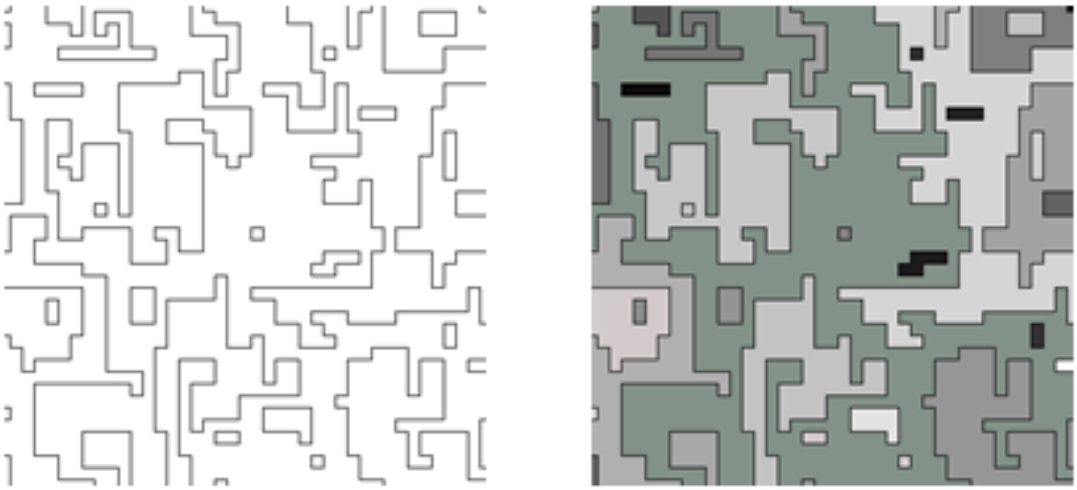

Рис. 1. Контурное и растровое изображения местности,
полученные на основе марковских цепей

Входными параметрами программного модуля являются координаты источника радиоизлучения (точка A) и пункта приема сигналов (точка B). Прямой сигнал проходит расстояние AB. Используя данные о расположении местного предмета (прямоугольник MNPQ) определяется уравнение границы (прямая MN), от которой происходит отражение (рис. 2).

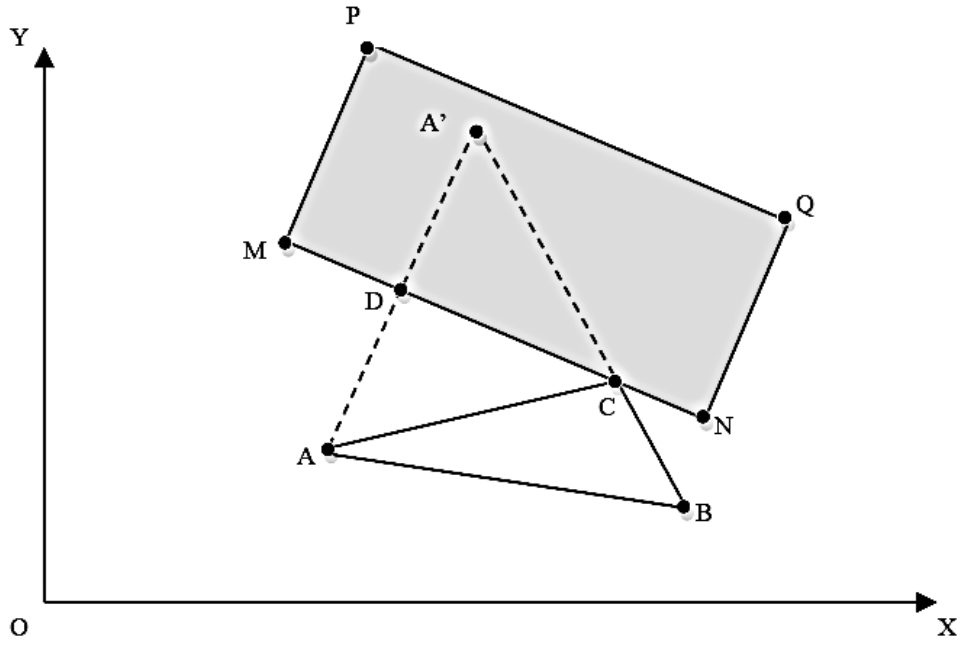

Рис. 2. Реализация распространения прямого и отраженного сигнала

Для нахождения точки, в которой излученный от ИРИ сигнал зеркально отражается от границы местного предмета (точка C) в направлении пункта приема, определяется положение мнимого источника (точка A'): $AA' \perp MN$, $AD=DA'$. Тогда точка C является точкой пересечения прямых $A'B$ и MN. Если точка C принадлежит отрезку MN ($MC+CN=MN$), то данный местный предмет отражает сигнал ИРИ в направления пункта приема. В случае, когда точка C находится за пределами отрезка MN ($MC+CN>MN$), то данное препятствие исключается из алгоритма формирования отраженного сигнала. Определив координаты точки C можно найти направление прихода отраженной волны в точку приема, мощность отраженного сигнала и время его задержки по сравнению с приходом прямого сигнала. Мощность отраженного сигнала уменьшается по двум причинам. Во-первых, отраженная волна проходит большее расстояние ($AC+CB>AB$). Во-вторых, коэффициент отражения от местного предмета меньше единицы.

Применяя описанный алгоритм ко всем местным предметам, можно определить совокупность отраженных сигналов в точке приема.

Предложенная методика использовалась при реализации программного модуля системы моделирования сигналов ИРИ на приземных трассах. Результаты моделирования подтверждают, что на основе марковских цепей можно создать электронную карту местности, которая позволит проводить всестороннее изучение однопозиционных методов местоопределения ИРИ.

Список литературы

1. Денисов В.П. Фазовые радиопеленгаторы: Монография / В.П. Денисов, Д.В. Дубинин. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2002. – 251 с.

2. Пространственно-временные искажения сантиметровых радиосигналов на наземных трассах распространения и их влияние на точность пассивных систем местоопределения: Монография / В.П. Денисов [и др.]; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. В.П. Денисова. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2014. – 502 с.

3. Лаевский В.Е. Имитационное моделирование: Исследование алгоритмов оконтуривания объектов в изображениях: Монография / В.Е. Лаевский, В.П. Денисов, Д.В. Дубинин. – Lap-Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 2011. – 123 P.