

РАДИОТЕХНИКА. СТРОИТЕЛЬСТВО

МРНТИ 47.49.31

М.З. Арсланов¹, А.А. Зейнуллин², С.А. Мустафин¹, Д.К. Мухаев¹

¹Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК,
г. Алматы, Казахстан

²Казахстанская национальная академия естественных наук,
г. Нур-Султан, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

Аннотация. Разработан метод определения местоположения источника излучения посредством перемещения измерителя напряженности электромагнитного поля по окрестности физически доступной области измерений. Тематика предлагаемой работы относится к области радиотехники, к классу методов определения координат источника радиоизлучения.

Ключевые слова: источник излучения, допустимая область, подобласть, измеритель, окрестность, безусловная оптимизация, интерпретирующий функционал

...

Түйіндеме. Электромагниттік ерістің күш елшегішін физикалық қол жетімді елшеу аймағының маңында жылжыту арқылы сәулелену кезінің орнын анықтау әдісі жасалды. Ұсынылған жұмыстың тақырыбы радиотехника саласына, нақтырақ айтқанда радиоактивті сәулелену кезінің координаттарын анықтау әдістері туралы.

Түйінді сөздер: сәулелену кезі, рұқсат етілетін аймақ, субрегион, елшем, аймақ, нақты оңтайландыру, түсіндіру функционалдығы.

...

Abstract. The method of determining the location of the emission source has been developed by moving the electromagnetic field strength meter in the vicinity of a physically accessible measurement area. The subject of the proposed work relates to the field of radio engineering, and more specifically, to the class of methods for determining the coordinates of a radio emission source.

Keywords: emission source, feasible region, subregion, meter, vicinity, unconstrained optimization, interpretive functional

Введение. Одним из перспективных направлений развития современной техники является создание средств информационной поддержки в составе автоматизированных систем контроля, разведки и управления. Для формирования данных используются самые различные контрольно-измерительные комплексы, включающие часто специальные средства доставки. Широко применяются измерители-датчики, работающие в различных диапазонах, радиолокаторы и т. д.

Разработка датчиков-измерителей и средств их доставки традиционно оказывалась ресурсоемкой при построении прикладных систем. На решение этих задач затрачивались и затрачиваются основные ресурсы и в этой области достигнуты значительные успехи.

В то же время в решении задач поддержки принятия решений на основе информации, практические достижения существенно скромнее. В частности, имеется накопленный багаж в виде значительного числа отдельных процедур обработки, анализа. Такие процедуры, как стандартные операции включаются в системы обработки данных. Построение последовательности процедур для решения конкретных задач проводится опытными специалистами часто интуитивно, причем решение каждого нового типа задач требует проведения заново всей работы. Результатом является то, что часто весьма значительная часть дорогостоящих данных остается необработанной. Последнее обстоятельство является недостатком сложившегося положения, что и определяет основное требование к перспективным подходам решения прикладных задач обработки и анализа данных: должна быть обеспечена простота и надежность синтеза высококачественных сложных процедур, не требующего творческого труда специалистов экспертов.

Сложившееся положение в некоторой степени усугубилось тем, что появились достаточно мощные и доступные средства техники, производительность которых соизмерима с объемами данных. Это был вызов для того, чтобы осуществить прорыв в прикладных методах обработки, анализа данных. В то же время в несколько более широкой области — области алгоритмов обработки и анализа данных для слабо формализованных прикладных областей — в последние годы достигнуты практические успехи. При этом многие из полученных результатов оказываются применимыми для работы с данными, что определяет перспективы развития рассматриваемой области. В целом ситуация на сегодня может быть охарактеризована следую-

щим образом: активно и успешно создаются контрольно-измерительные приборы; доступны средства вычислительной техники достаточной мощности; имеется существенный интеллектуальный задел. А на практике применяются традиционные методы обработки, анализа данных. Тематика предлагаемой работы относится к области радиотехники, а конкретнее, к классу методов определения координат источника радиоизлучения. Существует класс методов определения местоположения источника радиоизлучения [1-3] и все они имеют свои достоинства и недостатки.

Содержательная постановка задачи. Была рассмотрена задача определения местоположения источника радиоизлучения (ИРИ), основанная на измерении напряженности поля на местности перемещением устройства по свободной траектории, и определении по полученным данным вектора градиента электромагнитного поля от исследуемого ИРИ в различных точках на местности. Координаты пересечения векторов градиента электромагнитного поля принимают за координаты местоположения исследуемого источника радиоизлучения, определенные из совокупности измеренных значений напряженности электромагнитного поля и географических координат точек измерения, полученных путем перемещения измерителя по свободной траектории в зоне доступности ИРИ.

Предлагаемый метод решения задачи основан на приборах, технические характеристики которых инвариантны к характеристикам радиоприемного устройства и антенны, частоте излучения, поляризации и виду модуляции принимаемого сигнала [3]. Указанный метод является разновидностью метода определения местоположения ИРИ методом триангуляции с помощью перемещающегося в пространстве пеленгатора [3]. Общим недостатком большинства методов данного класса является необходимость доступа ко всему полю, создаваемого ИРИ, что вызывает значительные сложности определения и затраты на передвижение приборов в условиях отсутствия физического доступа к некоторым частям предполагаемой области передвижения.

Цель предлагаемой методики - разработка метода определения местоположения источника радиоизлучения, которая позволит осуществлять поиск ИРИ посредством перемещения измерений по допустимой окрестности физически доступной области приема радиосигналов ИРИ.

Для этого в методе определения местоположения источника радиоизлучения, включающем измерение напряженности электро-

магнитного поля, прием радиосигналов источника радиоизлучения на заданной частоте, преобразование радиосигнала из аналоговой в цифровую форму, согласно предлагаемому измеряют напряженность электромагнитного поля в точках выбранного локального участка, ограниченного окружностью. Точку с наибольшим значением напряженности принимают за центр нового локального участка, ограниченного окружностью с таким же радиусом, и далее таким же образом определяют следующие локальные участки, затем соединяют последовательно найденные центры локальных участков и определяют направление на ИРИ [4-6].

Метод решения. Предлагаемый метод определения местоположения источника радиоизлучения осуществляют следующим образом. Принимают радиосигналы источника радиоизлучения на заданной частоте, преобразуют радиосигнал из аналоговой в цифровую форму, измеряют напряженность электромагнитного поля, записывают результат в запоминающее устройство, измеряют географические координаты точки измерения, записывают результаты измерения координат в запоминающее устройство.

В процессе перемещения устройства измерения по случайным точкам локальной окрестности с центром в точке А зоны радиодоступа сигналов от ИРИ, несколько раз осуществляют для каждой точки совокупность следующих процедур:

- измеряют напряженность электромагнитного поля в точках выбранного локального участка, ограниченного окружностью, и записывают данные в запоминающее устройство;
- точку с наибольшим значением напряженности принимают за центр нового локального участка, ограниченного окружностью с таким же радиусом, и далее таким же образом определяют необходимые последующие участки, записывают данные напряженности и географические координаты;
- соединяют последовательно найденные центры локальных участков и определяют направление на ИРИ.

Пусть А - текущая точка физически доступной зоны доступа сигналов ИРИ. Тогда основные шаги метода имеют следующее содержание. Генерируется некоторое фиксированное количество случайных точек y_1, y_2, \dots, y_n , равномерно распределенных по окружности радиуса R с центром в точке А; в каждой из этих точек определяются значения напряженности; находится максимальное из определенных значений; соответствующая точка В принимается за следующую текущую точку

- центр окружности такого же радиуса. Далее, генерируется некоторое фиксированное количество случайных точек z_1, z_2, \dots, z_n , равномерно распределенных по окружности радиуса R с центром в точке B ; в каждой из этих точек определяются значения напряженности; находится максимальное из определенных значений напряженностей - соответствующая максимальному напряженности точка C принимается за следующую текущую точку - центр окружности. И так далее. Другими словами, в зоне физической доступности приборов выполняется шаг в случайном направлении. Если значение напряженности в новом состоянии меньше или равно исходному, т.е. шаг неудачен, то система возвращается в предыдущее состояние, после чего вновь делается шаг в случайном направлении. Если же шаг удачен, то последующий случайный шаг выполняется уже из нового состояния. За координаты местоположения ИРИ принимаются координаты пересечения направлений на ИРИ, вычисленных по совокупности измеренных значений потенциала поля и географических координат точек измерения, по крайней мере, в двух точках, полученных путем случайного перемещения измерителя в двух окрестностях выбранных точек в доступной зоне перемещения поля ИРИ.

Устройство определения местоположения источника радиоизлучения состоит из приемника с аналого-цифровым преобразователем и антенной, устройства навигации, блока обработки, устройства управления и отображения результатов. Точность определения местоположения ИРИ не зависит от линейности амплитудно-частотной характеристики приемного тракта. В качестве приемной антенны может быть применена любая антенна, в том числе активная малогабаритная, обеспечивающая прием радиосигнала в данной точке на требуемой частоте. Как отмечено выше для определения местоположения источника радиоизлучения было предложено большое множество методов, отличающихся друг от друга принципами, приборами и заданием области допустимых значений. Естественно, что каждый из методов обладает своими достоинствами и недостатками. И одним из общих недостатков является направленность методов на поиск одного источника радиоизлучения. Хотя в реальности возможен случай наличия нескольких источников излучения.

Заключение. Определение местоположения источника радиоизлучения, включающий измерение напряженности электромагнитного поля, прием радиосигналов источника радиоизлучения на заданной частоте, преобразование радиосигнала из аналоговой в цифровую

форму, отличающийся тем, что измеряют напряженность электромагнитного поля в точках выбранного локального участка, ограниченного окружностью, точку с наибольшим значением напряженности принимают за центр нового локального участка, ограниченного окружностью с таким же радиусом, и далее таким же образом определяют следующие локальные участки, затем соединяют последовательно найденные центры локальных участков и определяют направление на источник радиоизлучения. Новым в разработанном методе определения местоположения источника радиоизлучения является реализация возможности поиска ИРИ посредством перемещения измерителя напряженности электромагнитного поля по окрестности физически доступной области приема радиосигналов ИРИ.

Список литературы

- 1 Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационный устройства. М.: Советское радио, 1975. – 336 с.
- 2 Цветков В.В. и др. Радиоэлектронная борьба: Радиоразведка и радиопротиводействие. М: Вузовская книга, 2012. – 248 с.
- 3 Ерохин Г.А., Чернышев О.В. и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. М.: Радио и связь, 1996. – 352 с.
- 4 Справочник по радиоконтролю международного союза электросвязи. Женева, 2002. – 340 с.
- 5 Александров В.Г. «Метод определения местоположения источника радиоизлучения», патент РФ № 2319169 от 10.03.2008
- 6 Банди Б. Методы оптимизации. М.: Радио и связь, 1988. - 128 с.