

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-РАЗНЕСЕННОМ ПРИЕМЕ

METHODS AND ALGORITHMS FOR PROCESSING INFORMATION WITH GEOGRAPHICALLY DISPERSED RECEPTION

A. Sarukhanyan

Summary. In this paper, we consider the algorithm and methods of processing information for geographically-spaced signal reception. It is shown that under the influence of random and deliberate interference, it is possible to provide messages from globally remote moving objects to a data collection and processing center using the method of geographically dispersed reception. When organizing communications using the territorial diversity method, it is possible to provide simultaneous reception of messages at remote radio centers. At the same time, further compilation of the total message allows to increase the reliability of the reception.

Keywords: Territorial diversity reception, signal, radio waves, information, methods, algorithm.

Саруханян Ара Искович

Аспирант, Санкт-Петербургский Политехнический
Университет Петра Великого
ara2447@gmail.com

Аннотация. В данной работе рассмотрен алгоритм и методы обработки информации при территориально-разнесенном приеме сигнала. Показано, что в условиях воздействия случайных и преднамеренных помех, возможно обеспечить доведение сообщений от глобально удаленных подвижных объектов до центра сбора и обработки информации с использованием метода территориально-разнесенного приема. При организации связи используя метод территориально-разнесения, возможно обеспечить одновременный прием сообщений на удаленных радиостанциях. При этом дальнейшее составление суммарного сообщения позволяет повысить достоверность приема.

Ключевые слова: Территориально-разнесенный прием, сигнал, радиоволны, информация, методы, алгоритм.

Различные виды разнесенного приема сигнала относятся к специальным мерам уменьшения глубины замираний сигнала.

Территориально-разнесенный прием (ТРП) — двоякий прием с разнесением трасс по территории. ТРП прием является эффективным средством борьбы с замираниями, обусловленными влиянием осадков. Этот способ разнесения требует построения территориально-разнесенных резервных линий.

Территориально-разнесенный прием (ТРП) предполагает двоякий прием с разнесением трасс по территории. Такой прием улучшает состояние электромагнитной обстановки (ЭМО) при выпадении осадков.

В состав системы связи, при территориально-разнесенном приеме, как правило, входят:

- ◆ Центр сбора и обработки информации (ЦСОИ), представляющий собой базовый пункт управления, обеспечивающий совместную обработку принятых сообщений.
- ◆ Территориально-распределенные радиостанции (РС).
- ◆ Для передачи сообщений для совместной обработки на ЦСОИ, предполагается задействование

спутниковых (радиорелейных), волоконнооптических, либо проводных линии связи.

При организации связи, на передающих подвижных объектах частота излучения определяется в соответствии с его географическим размещением и используя частотно-временные матрицы (ЧВМ).

В ряде случаев, ЧВМ, составляются с использованием специального программного обеспечения (СПО). СПО позволяет получать сведения о состоянии ионосферы, проводить долгосрочные прогнозы ведения радиосвязи на заданных частотах для любых дальностей связи и на длительные периоды времени, выполнять расчеты ожидаемых в точке приема уровней сигналов.

При организации связи, на подвижных объектах на основе использования долгосрочных радиопрогнозов и в соответствии с географическим положением определяется частота излучения сигнала, для обеспечения одновременного приема на каждом из территориально-разнесенном РС. Далее, информация, предназначенная для передачи в виде кодограммы в соответствии с выбранной частотой излучения, поступает на передатели и через антенно-фидерное устройство в среду распространения радиоволн. На приемной стороне, приня-

тый радиосигнал через блок согласования с антенной поступает в цепочки трактов приема, реализованных по классической схеме гетеродинного приемника с цифровой обработкой. Далее преобразованные цифровые сообщения поступают от удаленных РЦ в ЦСОИ независимо друг от друга, различным путем. Каждое поступившее сообщения подвергается процедуре идентификации.

После идентификации первой копии сообщения, через время определяемое в соответствии с задержкой в тракте доведения до центра обработки информации, возможен прием остальных копий. Для синтезирования окончательного решения в блоке сложения сигналов может быть реализован один из методов сложения.

Алгоритм обработки сообщений на ЦСОИ можно разделить на два основных этапа:

1. идентификация принятых сообщений
2. мажоритарное сложение копий одного сообщения

Для реализации корректной обработки идентичных сообщений требуется ввести единую структуру [14].

1. Синхронизирующая последовательность — длиной А бит
 2. Автопусковая комбинация — длиной В бит
 3. Идентификационная комбинация — длиной С бит
 4. Текст сообщения — длиной D бит
 5. Последовательность «Конец сообщения» — длиной E бит
- Одним из вариантов сравнения принятых сообщений является посимвольное сравнение всей длительности сообщения. Этот прием значительно повышает время, затрачиваемое программным обеспечением и устройствами при обработке.

Рассмотрим алгоритм идентификации сообщений. Сообщения единой структуры из общего потока от разнесенных РЦ, по принципу дисциплины FIFO (First Input First Output — «первым поступил, первым обслужен»), поступают на блок идентификации (БИ) ЦСОИ, в котором осуществляется алгоритм идентификации и сравнения принятых сообщений.

Для первого принятого сообщения выделяется блок памяти, в котором осуществляется сохранение данного сообщения. Блок памяти представляет следующую структуру:

1. Поле заголовка ak (1, g)
2. Поле «таймера» TSi
3. Поля хранения данных.

В заголовок назначенной ячейки записывается ИК сообщения, предназначенная для идентификации при-

нятых копий. Текст сообщения (ТС), сохраняется в свободное поле хранения данных блока памяти. Новому блоку памяти назначается таймер, который позволяет занимать память не более, чем время, определяемое задержками сигналов (рассчитано выше). По достижении значения времени задержки, содержимое ячейки помещается в блок мажоритарного сложения. Последующие сообщения поступают в блок сравнения, в котором происходит последовательное обращение к полю заголовка каждого блока памяти и сравнение сохраненных ИК с ИК принятого сообщения. В результате поэлементного сравнения ИК, выносится одно из двух решений:

1. принятое сообщение является копией сообщения, находящегося в блоке памяти с данным заголовком
2. сообщения не являются копиями.

Если сообщения являются копиями, тогда происходит сохранение принятого сообщения в текущий блок памяти, с последующей проверкой занятого объема в блоке памяти. Как только заполняется указанное количество полей данных, копии отправляются в блок сложения.

Если сообщения не являются копиями, тогда продолжается последовательное сравнение ИК принятого сообщения с заголовками остальных блоков памяти, до тех пор, пока не будут идентифицированы копии. При нарушении последнего условия, обрабатываемому сообщению назначается новый блок памяти, процесс записи в который аналогичен процессу записи первого сообщения.

Для совместной обработки сообщений при территориально-разнесенном приеме, может быть использован метод мажоритарного сложения [5], основанный на том, что окончательным решением по определению вероятного переданного элемента (бита) при поэлементном сложении или знака алфавита (символа) при поэлементном сложении, принимается на основании сравнения «частных» решений, полученных в каждом канале своей решающей схемой.

В реальных условиях ДКМ радиосвязи, при территориально-разнесенном приеме, каналы являются статистически неоднородными, с некоррелированными замираниями [6], поэтому для получения оптимального решения при мажоритарной обработке необходимо учитывать то, что вероятность ошибки в различных ветвях разнесения имеет значительный разброс.

Для обеспечения высокой верности приема сообщений, в системах ДКМ радиосвязи, как правило используется искусственное введение избыточности [8]. При наличии ошибок в полученных кодовых комбинациях (знаки алфавита), подверженных воздействию различного рода

помех и замираний, во второй решающей схеме приемного устройства: 1 — могут быть зафиксированы искаженные кодовые комбинации, что отмечается знаком «стирание», 2 — возможна трансформация знака алфавита (тип неверного приема, при котором ошибки в принятом знаке переводят его в другой разрешенный знак).

При проведении имитационного моделирования различных методов сложения сигналов, была рассмотрена схема сложения, основанная на подсчете хэммингова расстояния d_i между блоками информации. Алгоритм работы такой схемы заключается в следующем: происходит равновесная обработка принятых элементов в информационном блоке длины M , далее определяются значения d_i относительно суммарного канала и вычисляются $p_i = d_i/M$, используемые для нахождения весовых коэффициентов K_i . После назначения K_i формируется

уточненное суммарное сообщение и относительно него далее определяются d_i . Процедура повторяется до тех пор, пока результат мажоритарной обработки анализируемого блока не совпадет с результатом предыдущей.

В ходе исследования метода было получено, что при одинаковых низких отношениях сигнал/шум в каналах, суммарное сообщение, формируемое на первоначальном этапе, приводит к ошибочным результатам, за счет суммирования каналов с большим числом ошибок, что в конечном итоге не приводит к выигрышу относительно равновесной мажоритарной обработки

Таким образом территориально-разнесенный прием позволяет обеспечить прием сообщений от глобально удаленных объектов даже при воздействии мощных помех.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баскаков, С. И. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст]: учеб. для вузов / С. И. Баскаков. — М.: КД Либроком, 2015. — 416 с.
2. Будко, П. А. Комплексное использование разнородных каналов связи для управления робототехническими комплексами на базе единой системы радиомониторинга [Текст]: материалы международ. науч. конференции / Будко, П. А., Жуков Г. А. — Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2017., Т. 9. № 1, стр. 18–41
3. Головин, О. В. Системы и устройства коротковолновой радиосвязи [Текст]: учеб. для вузов / Головин О. В., Простов С. П. — М.: Горячая линия– Телеком, 2006. — 598с.
4. Долуханов, М. П. Распространение радиоволн [Текст]: учеб. для вузов / Долуханов М. П. — М., «Связь», 1972. — 336 с.
5. Кураев, А. А. Электродинамика и распространение радиоволн: [Текст]: учеб. для вузов / А. А. Кураев, Т. Л. Попкова, А. К. Синицын. — М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2013. — 424 с.
6. Муромцев, Д. Ю. Электродинамика и распространение радиоволн: [Текст]: учебное пособие, доп. / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов. — СПб.: Лань, 2014. — 448 с.
7. Маненков В. И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: Конспект лекций/ АГТУ.— Астрахань, 2004.
8. Никольский, В. В. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст]: учебное пособие / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. — М.: КД Либроком, 2014. — 544 с.
9. Никольский, В. В. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст]: учебное пособие / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. — М.: КД Либроком, 2017. — 544 с.
10. Петров, Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн: [Текст]: учебник для вузов / Б. М. Петров. — М.: Горячая линия -Телеком, 2014. — 558 с.
11. Попов, В. И. Распространение радиоволн в лесах [Текст]: учебник для вузов / В. И. Попов. — М.: Горячая линия -Телеком, 2015. — 392 с.
12. Сомов, А. М. Распространение радиоволн и антенны спутниковых систем связи: [Текст]: учебное пособие для вузов / А. М. Сомов. — М.: РИС, 2015. — 456 с.
13. Старостин, Н. Распространение радиоволн [Текст]: учебное пособие / Н. Старостин. — М.: Гелиос АРВ, 2010. — 264 с.
14. Юндин, М. А. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст]: учебное пособие / М. А. Юндин, А. М. Королев. — СПб.: Лань, 2014. — 448 с.
15. Яковлев, О. И. Распространение радиоволн [Текст]: учебное пособие / О. И. Яковлев, В. П. Якубов, В. П. Урядов и др. — М.: Ленанд, 2016. — 496 с.

© Саруханян Ара Искосович (ara2447@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»