

МЕТОДЫ СИНХРОНИЗАЦИИ В СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Республика Беларусь

Иванов М.М., Кременя К.И., Андреев Ю.А.

Чертков В.М. – м.т.н.

Представлены основные методы синхронизации для сверхширокополосных систем связи, пояснен принцип действия каждого метода с целью выявления их недостатков и сформированы требования для проектирования высокостабильной сверхширокополосной системы телекоммуникаций.

Тенденции развития сверхширокополосных (СШП) систем связи обусловлены наличием у них ряда преимущественных факторов перед узкополосными системами телекоммуникаций. Среди достоинств необходимо отметить следующие: высокая скрытность канала связи, (благодаря низкому уровню мощности спектральной плотности СШП сигнала), высокая абонентская емкость, возможность достижения высоких скоростей передачи данных, хорошая помехоустойчивость [1-2]. Кроме того, вследствие широкополосности затухание короткоимпульсного сигнала в различных средах достаточно мало [2].

Важным фактором, обеспечивающим корректную работу СШП системы, является синхронизация передатчика и приемника. В устройствах СШП радиолокации задача синхронизации не представляет собой технической сложности, так как структура таких систем предполагает, как правило, размещение передатчика и приемника в пределах одного общего корпуса или шасси, в зависимости от конструктива. Передача синхросигнала в таком случае обеспечивается с помощью стандартной проводной линии связи. Но в системах телекоммуникаций приемник и передатчик удалены друг от друга на некоторое расстояние. Возникает необходимость в синхронизации с помощью беспроводного канала связи. На сегодняшний день существует несколько путей решения данной проблемы. При этом появляется потребность в анализе известных подходов с целью формирования оптимальных критериев для получения высокоточной и стабильной синхронизации при построении СШП систем связи.

Использование двух независимых каналов (рисунок 1). Сущность способа вхождения в синхронизм состоит в использовании двух независимых радиоканалов - СШП радиоканал и широкополосный (ШП) радиоканал с частотно- (ЧМ) и фазомодулированными (ФМ) радиосигналами, по которым одновременно распространяется, например, кодовая последовательность синхросигнала. Моменты изменения фазы или частоты ШП радиосигнала соответствуют временным окнам с импульсами СШП радиосигнала в центре каждого временного окна. Вхождение в синхронизм и поддержание его через определенные промежутки времени, в течение которых СШП радиосигнал не должен выйти за пределы временного окна при всех дестабилизирующих факторах, обеспечивается ШП радиоканалом. В промежутках между синхросигналами ШП радиоканал может передавать другую информацию. Выделение моментов изменения фазы или частоты ШП радиосигнала осуществляются в процессах его усиления, преобразования на промежуточную частоту и в цифровую форму с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и последующей обработки вейвлет-фильтром [3].

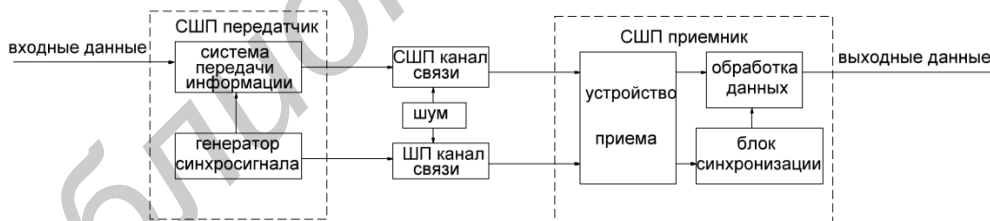


Рис.1 – Обобщенная структурная схема СШП системы связи с двумя каналами передачи

Недостатком данной системы является работоспособность только при отсутствии многолучевости в ШП радиоканале [4].

Корреляционная обработка кодовой последовательности при многолучевом распространении. В отличие от предыдущего метода в данной системе используется один общий сверхширокополосный канал связи для синхронизации и передачи данных. Сущность способа вхождения в синхронизм заключается в использовании любой части многолучевого распространения кодовой последовательности сверхширокополосного сигнала [5]. За счет увеличенного импульсного потока многолучевого сигнала проводится операция корреляционной обработки с образцовым импульсным потоком и в случае их совпадения система входит в синхронизм. При пороговой обработке, по крайней мере, одной отраженной части многолучевости после проверки на синхронизм система осуществляет быстрый захват. Таким образом, способ синхронизации заключается в приеме импульсного сигнала, измерении образцового (копии) импульсного потока, поиске импульсного сигнала за счет сдвига копии импульсного потока до момента их совпадения.

К недостатку данной системы следует отнести неработоспособность в мобильном исполнении, так как условие многолучевости непредвиденно изменяется в зависимости от дальности и относительного положения приемника и передатчика [3].

Метод быстрой синхронизации. Способ идентификации фазы входного СШП сигнала включает в себя несколько этапов: прием входных импульсов СШП сигнала, соседние импульсы которого поступают в фиксированные интервалы; генерация локальных импульсов в СШП приемнике; корреляция локальных импульсов с входными импульсами и получение корреляционной функции; определение максимума корреляционной функции при каждом смещении локальных импульсов в СШП приемнике, содержащее определение первого максимума на первом фазовом интервале, анализа корреляционной функции для нахождения второго импульса, который превышает первый максимум; поиск интервалов вокруг второго максимума около второго фазового интервала и определение является ли второй максимум действительно максимумом [3, 6].

Метод быстрой синхронизации с плавающим порогом. Метод заключается в приеме входного СШП сигнала, формировании его копии в СШП приемнике, анализе входного СШП сигнала и сравнении с его копией с заранее определенным порогом, получении результата сравнения, сдвиге копии входного сигнала, когда результат анализа превышает заранее определенный порог, изменении величины порога, повторении указанных операций сравнения, сдвиге копии входного сигнала [3, 7].

Недостаток вышеприведенных двух методов заключается в эффективности системы только при большом отношении сигнал/шум на входе приемника.

Синхронизация с повышенной точностью и стабильностью синхронизации (Рисунок 2). Структура данной систем включает в себя, как минимум, две радиостанции, каждая из которых имеет общую, передающую (ПРД) и приемную (ПРМ) части. Передатчик первой радиостанции излучает в каждом интервале ПРД синхроимпульсы и информационные сигналы, а приемник второй радиостанции принимает эти сигналы и с помощью местного цифрового синтезатора частот (ЦСЧ) на основе системы импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАПЧ) подстраивает и синхронизирует свои интервалы ПРМ с интервалами от ПРД первой радиостанции с точностью до фазы. Повышенная точность обеспечивается благодаря тому, что передатчик первой радиостанции и приемник второй радиостанции начинают работать от одного опорного генератора в первой радиостанции. Аналогично передатчик второй радиостанции излучает в каждом интервале ПРД синхроимпульсы и информационные сигналы, а приемник первой радиостанции принимает эти сигналы и с помощью ЦСЧ первой радиостанции синхронизирует свои интервалы ПРМ с интервалами от ПРД второй радиостанции с точностью до фазы. В результате образуются две синхронные системы ИФАПЧ, работающие каждая от своего опорного генератора. Синхронизация сохраняется при всех дестабилизирующих факторах и в скоростных мобильных устройствах [4].

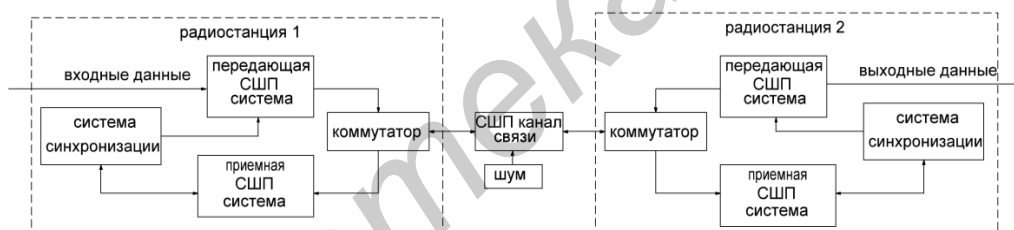


Рис.2 – Обобщенная структурная схема СШП системы связи с повышенной точностью и стабильностью синхронизации

В качестве недостатка данного метода можно выделить повышенные затраты на время вхождения в синхронизм.

В результате анализа рассмотренных методов сформированы общие требования к устройству синхронизации при проектировании высокостабильной СШП системы связи: возможность работы в мобильном исполнении при многолучевом распространении сигнала, малая вероятность рассинхронизации, высокая помехоустойчивость, высокая степень точности синхронизации (до фазы) для минимизации потерь данных на приемной стороне и обеспечение минимального времени вхождения в синхронизм.

Список использованных источников:

1. Дмитриев В. Технология передачи сигналов с использованием сверхширокополосных сигналов (UWB) / В. Дмитриев // Компоненты и технологии – 2004 – №1.
2. Шахнович И. В. Современные технологии беспроводной связи / И. В. Шахнович. – 2-е изд. – Москва: Техносфера, 2006. – 288с.
3. Способ и система связи с быстрым вхождением в синхронизм сверхширокополосными сигналами: пат. 2354048 RU. МПК H04B7/00 / Г.А. Кыштымов, В.В. Бондаренко, С.Г. Кыштымов; заявитель ОАО "Концерн "Созвездие". - № 2007144256/09; заявл. 28.11.07; опубл. 27.04.09.
4. Система связи сверхширокополосными сигналами с повышенной точностью и стабильностью синхронизации: пат. 2441320 RU. МПК H04B7/00/ Г.А. Кыштымов, С.Г. Кыштымов, Е. И. Стецуря, И. П. Усачев; заявитель ОАО "Концерн "Созвездие". - № 2010119288/08; заявл. 13.05.10; опубл. 27.01.12.
5. Method and system for fast acquisition of ultra-wideband signals: US 6925109. Int. cl. H04B 1/69 / James L. Richards, Mark D. Roberts; Assignee: Alereon Inc., Austin, TX - Appl. No.: 10/356'995; filed Feb.3.2003; data of patent Aug. 2, 2005.
6. Ultrawide bandwidth system and method for fast synchronization: US 6925108. Int. cl. H04B 1/69 / Timothy R. Miller, Martin Rofhear; Assignee: Freescale Semiconductor, Inc., Austin, Tx - Appl. No.: 09/685,195; filed Oct. 10, 2000; data of patent Aug. 2, 2005.
7. Ultrawide bandwidth system and method for fast synchronization using sub-code spins: US 6967993. Int. cl. H04B 1/707/ Timothy R. Miller; Assignee: Freescale Semiconductor, Inc., Austin, Tx - Appl. No.: 09/684,401; filed Oct. 10, 2000; data of patent Nov. 22, 2005.