

Варианты создания системы связи на основе недетерминированных радиосигналов тепловой природы

**Жук Г. Г. студент гр. 233-2
г. Томск, ТУСУР, grigoriy26.04@mail.ru**

Введение

Развитие современного общества отождествляется с развитием телекоммуникационных технологий. В настоящее время беспроводные телекоммуникации проникли во все сферы человеческой деятельности. Из-за увеличения потока передаваемых данных происходит неуклонное ухудшение электромагнитной обстановки в радиоэфире. Повышение мощности излучения в эфире приводит к увеличению дозы электромагнитной нагрузки на человеческий организм, что безусловное является негативным фактором. Загруженность эфира также обуславливает проблему расширения или введения новых стандартов беспроводной связи.

На текущий момент для решения задач уменьшения спектральной плотности излучения и вторичного использования спектра особое внимание уделяется системам связи на основе сверхширокополосных и хаотических сигналов. Перспективное применение данные системы могут найти в военной радиосвязи, спутниковой связи, управлении системами ведения тактических операций и т. д. В данных отраслях помимо основных тенденций развития технических характеристик систем связи (дальность, скорость передачи информации и электромагнитная совместимость), актуальны задачи поиска новых методологических решений, позволяющих снизить мощность передаваемых сигналов (снижение спектральной плотности) и использовать спектр вторично. Предельным случаем данных подходов является передача информационных сообщений с помощью радиосигналов, мощность которых соизмерима с мощности собственных шумов приемников и спектральной плотностью, не превышающей плотность теплового излучения природных сред в СВЧ-диапазоне.

В данной статье описываются варианты технической реализации передатчика и приемника для системы связи на основе недетерминированных радиосигналов тепловой природы [1, 2].

Основная часть

Концепция реализации нового канала радиосвязи основывается на классическом подходе, то есть система связи будет состоять из: передатчика; передающей антенны; среды распространения сигнала; приемной антенны; приемника [3]. Главной особенностью предлагаемого канала связи является использование шумовых радиосигналов тепловой природы в качестве носителей информационных сообщений с интенсивностью не превосходящей интенсивности излучения природных сред в радиодиапазоне.

Реализация данной системы связи позволяет решить проблемы, связанные понижением мощности передаваемых сигналов и вторичным использованием спектра. На текущий момент для проверки теоретических результатов, концепция реализации которых, была изложена в [1, 2], было принято решение реализовать макеты передатчика и приемника в виде портативного устройства персональной связи. Одним из главных требований, предъявляемых к новой системе связи является способность передачи данных со скоростью не менее 32 кбит/с (для передачи речевых сообщений).

Кодирование информационных сообщений в представленной системе связи реализовано путем изменения дисперсии шумов.

Выделение шумовых сигналов с заданными параметрами на фоне естественного шума (в том числе шумов приемной аппаратуры) реализовано при помощи методов микроволновой радиометрии. Данные методы, применяются в дистанционном зондировании природных сред и позволяют измерять параметры шумовых радиосигналов со спектральной плотностью порядка 10^{-21} Вт/Гц, а также выделять их на фоне окружающих шумов и шумов приемной аппаратуры [4].

Для генерации сигнала тепловой природы используются принципы, применяемые для создания опорных источников шумового сигнала в микроволновых радиометрах. Практической реализацией подобных решений являются управляемые активные генераторы

шума СВЧ-диапазона на основе малошумящих усилителей, лавинно-пролетных и диодов Шоттки и т.д.

Разработано два варианта реализации передатчика и приемника для передачи информации в цифровой и аналоговой форме. На рис. 1 представлена структурная схема цифрового передатчика системы связи на основе недетерминированных сигналов тепловой природы. В основу алгоритма работы передатчика заложен принцип формирования опорного шумового сигнала при дифференциальных радиометрических измерениях .

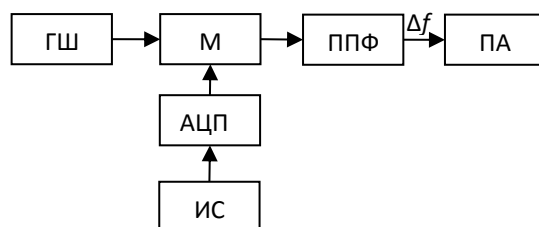


Рис. 1 Структурная схема цифрового передатчика

Принцип работы представленной структурной схемы (см. Рис. 1) заключается в следующем. В источнике сигнала ИС формируется информационное сообщение в аналоговом виде и поступает на вход аналого-цифрового преобразователя АЦП, выход которого подключен к СВЧ- модулятору М для его управления. Вход модулятора подключен к выходу генератора шума ГШ. Выход модулятора соединен с входом полосно-пропускающего фильтра ППФ. Выход полосно-пропускающего фильтра соединен с передающей антенной ПА. В результате, сигнал генератора шума под управлением модулятора, который в свою очередь управляется логическими сигналами АЦП, проходит через полосно-пропускающий фильтр, и в соответствии с рабочей частотой Δf , поступает на антенну.

Для формирования передаваемого информационного слова осуществляется амплитудно-импульсная модуляция сигнала генератора шума. Логическая единица на выходе АЦП соответствует открытому состоянию модулятора, в результате чего происходит увеличение мощности шумового сигнала в соответствующей полосе частот. При закрытом состоянии СВЧ – модулятора сигнал ГШ не поступает на ПФ.

Структурная схема цифрового приемника представлена на рис. 2

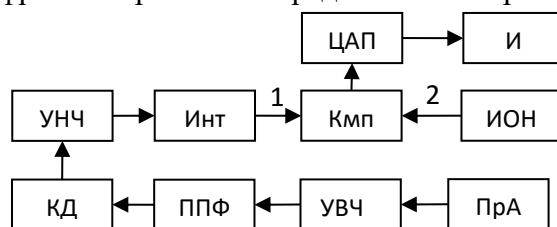


Рис.2 Структурная схема цифрового приемника

Приемник функционирует следующим образом. На вход приемной антенны ПрА поступает сигнал, излученный передающей антенной. Далее сигнал через усилитель высоких частот УВЧ и полосно-пропускающий фильтр ППФ поступает на вход квадратичного детектора КД. Продетектированный сигнал проходит через усилитель низких частот УНЧ и интегратор Инт на вход 1 компаратора Кмп. Компаратор в свою очередь сравнивает входной сигнал с источником опорного напряжения ИОН подключенного к входу 2. Если сигнал на прямом входе 1 больше, чем на инверсном 2 то на выходе компаратора появляется логическая «1», и логический «0» если сигнал на прямом входе меньше, чем на инверсном входе. Выходной сигнал компаратора пройдя через цифро-аналоговый преобразователь ЦАП, где происходит восстановление принятого цифрового кода в аналоговую форму, поступает на индикатор И.

Второй вариант реализации передатчика и приемника приведен на рис. 3 и рис.4.

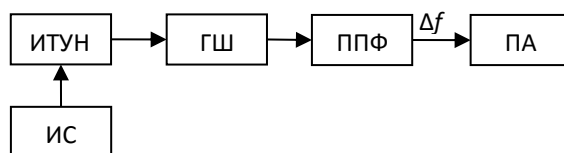


Рис.3 Структурная схема аналогового передатчика

На рис. 3 представлена структурная схема аналогового передатчика, которая включает в себя источник сигнала ИС, источник тока управляемого напряжением ИТУН, генератор шума ГШ, полосно-пропускающий фильтр ППФ и передающую антенну ПрА. Данная структурная схема функционирует следующим образом. Источник сигнала формирует информационное сообщение и передает его на вход источника тока управляемого напряжением, который управляет мощностью выходного сигнала генератора шума путем изменения тока через его активную зону по закону выходного напряжения источника сигнала (осуществляет амплитудную модуляцию). Далее сгенерированный информационный сигнал поступает на вход полосно-пропускающего фильтра, после которого сигнал с рабочей полосой частот Δf проходит на передающую антенну.

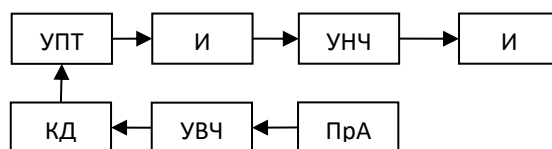


Рис.4 Структурная схема аналогового приемника

Приемник, изображенный на рис. 4, работает следующим образом. Информационный сигнал, излученный передающей антенной, поступает на вход приёмной антенны ПрА. После этого сигнал проходит через усилитель высоких частот УВЧ на вход квадратичного детектора КД. Далее продетектированный сигнал, через усилитель постоянного тока УПТ поступает на вход интегратора И. Проинтегрированный сигнал пройдя через усилитель низких частот УНЧ поступает на индикатор И (устройство воспроизведения).

Заключение

В настоящий момент проводится разработка макета аналогового передатчика и приемника. В дальнейшем планируется проведение экспериментов по передаче речевых сообщений, а также исследование таких технических характеристик как электромагнитная совместимость, вероятность битовой ошибки в канале, скорость передачи информационных сообщений, дальность и т. д. в разрабатываемой системе связи.

Важным следствием в данной статье является тот факт, что на основе математического аппарата, который описан в [1], вероятность битовой ошибки в канале и в пределах динамического диапазона работы системы не зависит от интенсивности шумов.

Литература

1. Убайчин А. В., Жук Г. Г., Алексеев Е.В., Беспалько А. А. Принципы организации радиосвязи на основе измерения параметров недетерминированных сигналов тепловой природы // Материалы Международной научно-технической конференции «INTERMATIC– 2015», Москва 2015, № 5.–С. 11-15.
2. Убайчин А. В., Алексеев Е. В., Жук Г. Г., Ташходжаев А. С., Данилов Д. Н., Абдирасул уулу Т. Разработка концепции передачи информационных сообщений посредством недетерминированных радиосигналов тепловой природы//26-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2016). Севастополь 2016 г., № 3. – С. 406–412.
3. Акулиничев Ю. П. Теория электрической связи // Ю. П. Акулиничев. – М.: Лань, 2010. – 240 с.
4. Филатов А.В. Двухканальный микроволновый радиометр повышенной точности / А.В. Филатов, А.В. Убайчин, Н.О. Жуков // Радиотехника. – 2011. – № 1. – С. 47–55.