

## DIRECT CHAOTIC TRANSMISSION OF INFORMATION IN THE MICROWAVE RANGE

*А.А.Таджиев (доцент ТаиГТУ)*

*К. Закирова (магистр ТаиГТУ)*

*З. С. Пардаева (магистр ТаиГТУ)*

### ANNOTATION

Dynamic chaos has a set of properties that make its use as a carrier of information and communication systems attractive. These properties, in particular, include: potentially high information transfer rates, the resistance of broadband signals to fading during multipath propagation and the possibility of organizing confidential communication.

Однако многочисленные исследования в области применения хаоса для передачи информации показали, что практическая реализация потенциальных достоинств этого носителя информации сталкивается с рядом серьезных проблем. Одна из причин этого заключается в том, что предлагаемые схемы связи на хаотических сигналах основывались на традиционных структурах приемопередатчиков, где хаос использовался в качестве поднесущих колебаний, модулирующих высокочастотный (сверхвысокочастотный) носитель. При этом в значительной степени терялась такая привлекательная черта хаоса, как его широкополосность (сверхширокополосность), обеспечивающая высокие скорости передачи и формирование сигналов с большой базой.

Для преодоления этой проблемы было предложено отказаться от традиционной схемы приемопередатчиков и перейти к прямохаотическим схемам связи [1]. Прямохаотические схемы связи (ПХСС) реализуют идею непосредственной генерации несущих информацию хаотических колебаний в СВЧ-диапазоне и модуляцию этих колебаний информационным сигналом.

В качестве метода введения информации в хаотический сигнал может, например, использоваться формирование потока хаотических радиоимпульсов, положение которых на определенных позициях вдоль потока (наличие или отсутствие импульсов на этих позициях) кодирует [2] информацию

простейшем варианте на временной оси выделяются позиции, присутствие импульса на которых означает, что передается „1“, а отсутствие импульса передачу „0“.

В данной работе показывается, что принцип прямохаотической передачи информации может быть эффективно реализован и на основе сверхширокополосных хаотических сигналов, а именно, технология позволяет и в этом случае создавать простые и компактные приемо-передатчики с высокими коммуникационными характеристиками.

Структурная схема устройства приведена на рис.1. Передатчик схемы состоит из источника хаоса 1, генерирующего хаотический сигнал в частотном диапазоне передачи информации (500 - 3500 МГц), устройства управления режимом работы хаотическою генератора 4, модулятора 2, СВЧ-усилителей 3,7 и передающей антенны 5. Приемник кроме антенны содержит демодулятор 8, состоящий из входного СВЧ-усилителя с коэффициентом усиления 10 дВ, детектора и усилителя постоянного тока. Детектор представляет собой балансный усилитель на биполярных транзисторах 2Т3132А с использованием одного из них в детекторном режиме. Сигнал с выхода детектора поступает в усилитель постоянного тока с коэффициентом усиления 20 дВ и затем на вход осциллографа 9.

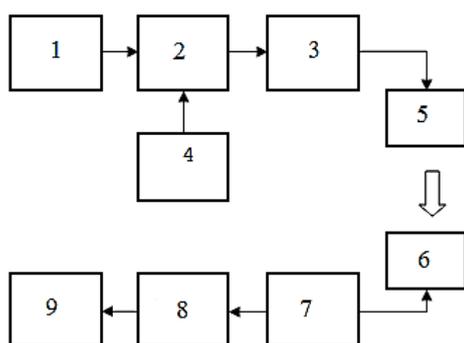


Рис.1. Структурная схема широкополосной прямохаотической схемы передачи информации

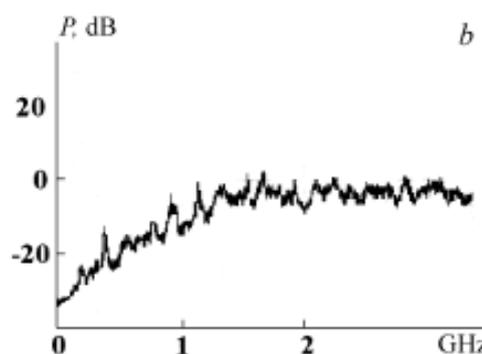


Рис.2. Спектр мощности широкополосных хаотических колебаний

Для получения сверхширокополосных колебаний был разработан генератор хаоса, включающий три биполярных СВЧ транзистора и две частотно-избирательные цепи. Каждая из частотно-избирательных цепей представляет собой систему связанных микрополосковых резонаторов разной длины, на концы которых нагружены транзисторы 2Т938А. На рис.2. показан спектр мощности одного из типовых хаотических режимов генератора. Ширина спектра по уровню -20 дВ составляет 3 ГГц. Средняя выходная мощность генератора около 10 мВт.

Модулятор представляет собой устройство для коммутации хаотического СВЧ-сигнала. Он имеет вход и выход для несущего хаотического сигнала, а также управляющий вход, на который поступает информационный двоичный сигнал. В качестве коммутирующих элементов в модуляторе применяются рpn-диоды. Если напряжение на управляем входе модулятора имеет уровень - 5 В (логическая единица 1), то модулятор пропускает через себя хаотический сигнал. Наоборот, при уровне сигнала - 0 В (логический ноль) происходит запираение модулятора. При этом он не пропускает хаотический сигнал. Таким образом, при подаче на управляющий вход модулятора двухуровневого информационного сигнала в виде импульсов на его выходе формируется поток хаотических радиоимпульсов.

В схеме использовались два СВЧ-усилителя. Первый из них помимо собственно функции усиления, играл роль буферного устройства между генератором хаоса и модулятором. Усилители были реализованы на микросборках MGA-81563 и обеспечивали коэффициент усиления 10 -15 дВ. Излучение и прием сигнала осуществлялись при помощи сверх широкополосных антенн с линейными фазовыми характеристиками.

Цель исследований заключалась в демонстрации возможности высокоскоростной передачи цифровых сообщений с использованием сверхширокополосного хаотического носителя информации в широком диапазоне длительностей управляющих импульсов. Используемый источник импульсных сигналов позволил варьировать длительности управляющих импульсов от 100 до 3 пс, а также формировать импульсные посылки различного содержания: одиночные, групповые с разным числом импульсов и изменяемой скважностью. Кроме того, проводились эксперименты по

передаче реальных информационных сигналов, получаемых от сетевой компьютерной карты.

Первые исследование проводились с относительно длинными импульсами от 20 до 100 нс, что соответствовало скоростям передачи данных

от 10 до 50 Мб/с. При модуляции несущего хаотического сигнала последовательностью импульсов огибающая потока хаотических радиоимпульсов на выходе демодулятора фиксировалась с помощью осциллографа. В этом диапазоне изменении длительности управляющих импульсов, огибающая потока хаотических радиоимпульсов на выходе приемника с хорошей точностью воспроизводила модулирующий поток импульсов.

В дальнейшем длительность управляющих импульсов составляла от 3 до 15 пс (скорости передачи от 70 до 350 Мб/с). Реально применившийся генератор импульсов обеспечивал требуемую прямоугольную форму импульсов и их амплитуду (5 В) только начиная с длительности импульсов 5 пс. В диапазоне изменения длины управляющих импульсов от 5 до 15 пс огибающая потока хаотических радиоимпульсов на выходе приемника, как и в исследованиях с импульсами большей длины, с хорошей точностью воспроизводила модулирующий поток импульсов. Принимаемый приемником сигнал в виде огибающей сверхвысокочастотного сигнала на выходе демодулятора повторяет форму и структуру исходного передаваемого полезного потока данных.

Таким образом, на разработанной схеме были экспериментально продемонстрированы высокие скорости передачи информации, что в совокупности с такими свойствами сверхширокополосных прямохаотических схем, как устойчивость к замираниям при многолучевом распространении сигнала и возможность гибкого контроля базы сигнала, позволяет рассматривать эти схемы как перспективную технологию для цифровых.

#### Литература

1. Дмитриев А.С., Кисилев В.Я. Стохастические колебания в радиофизике и электронике. М.: Наука, 2009.
- 2.. Дмитриев А.С., Панас А.И. // Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. 2008, №10, С4-26.