

537.872.2

ВОЗМОЖНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ  
РАДИОПРИЁМНЫХ УСТРОЙСТВ

Д.И. ШИШКОВ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.Ф. ЯНУШКЕВИЧ)

*Рассматриваются возможные области применения сверхвысокочувствительных радиоприёмных устройств. Показана актуальность данной темы – для приёма маломощных сигналов на больших расстояниях требуются малозумящие приёмники, особенно для космической сферы.*

**Введение 1.** Чувствительность – способность объекта реагировать определённым образом на определённое малое воздействие, а также количественная характеристика этой способности. Чувствительность радиоприёмника – способность радиоприёмника принимать слабые по интенсивности радиосигналы и количественная мера этой способности. Чувствительность, ограниченная шумами, – чувствительность радиоприёмника, определяемая минимальным уровнем радиосигнала на его входе при заданном отношении уровней полезного сигнала и шума и заданном уровне полезного сигнала на выходе радиоприёмника. Источники шума могут находиться как вне, так и внутри самой системы передачи.

В общем виде влияние помехи  $k$  на передаваемый сигнал  $s$  может быть выражено оператором

$$x = f(s, k). \quad (1)$$

В том частном случае, когда этот оператор вырождается в сумму

$$x = (s+k). \quad (2)$$

Помеха  $k$  называется аддитивной. Аддитивную помеху часто называют шумом.

Если же  $x$  может быть представлен в виде

$$x = vs, \quad (3)$$

где случайный процесс  $v(t)$  неотрицателен, то помеху  $v$  называют мультипликативной. Если  $v$  – медленный (по сравнению с  $s$ ) процесс, то явление, вызываемое мультипликативной помехой, носит название замирание (фединг).

В более общем случае оператор  $f$  не может быть приведён к основным формам (2) и (3). При одновременном наличии шума и мультипликативной помехи удобно ввести два случайных процесса, выражающих оба вида помехи:

$$x = (vs+k). \quad (4)$$

С физической точки зрения случайные помехи порождаются различного рода флуктуациями. Флуктуациями в физике называют случайные отклонения тех или иных физических величин от их средних значений. Так, источником шума в электрических цепях постоянного тока могут являться флуктуации тока около среднего значения, обусловленные дискретной природой носителей заряда (ионов и электронов). Это явление носит название дробового эффекта

Наиболее универсальной причиной шума являются флуктуации, обусловленные тепловым движением. Случайное тепловое движение носителей заряда в любом проводнике вызывает случайную разность потенциалов на его концах. Эта разность потенциалов флуктуирует около среднего значения, равного нулю; её средний квадрат пропорционален абсолютной температуре. Возникающая помеха называется тепловым шумом.

Из сказанного видно, что флуктуации и обусловленные ими помехи заложены глубоко в природе вещей. Флуктуации есть результат дискретного строения вещества и статистической природы ряда физических величин. Многие физические величины представляют результат усреднения по большому числу индивидуальных частиц, поведение и действие которых подчиняется законам случая. Поэтому флуктуации этих физических величин принципиально неустранимы, и можно лишь ставить вопрос о том, какова относительная величина флуктуации и каким образом мы можем на неё повлиять находящимися в нашем распоряжении средствами.

Имеется ещё один источник принципиально неустранимого шума, возникающего из-за дискретной природы электромагнитного излучения. Согласно современным воззрениям излучение совершается дис-

кретными порциями – квантами, энергия которых равна  $h\nu$ , где  $h$  – постоянная Планка,  $\nu$  – частота. Квант электромагнитного излучения называется фотоном.

В настоящее время в технике имеются две ясные тенденции: к увеличению расстояний и к повышению частоты. Увеличение расстояний означает уменьшение потока энергии, а повышение частоты – укрупнение фотонов.

Таким образом, при определённых условиях не только начинает ощущаться дискретная фотонная структура излучения, но обусловленный этой причиной шум может превзойти все остальные помехи. Канал, работающий при таких условиях, получил название фотонного канала.

Выше перечисленные шумы являются аддитивными, но имеется обширный класс мультипликативных помех.

**Области применения сверхчувствительных приёмников 2.** Исходя из вышесказанного понятно, что для достижения высоких скоростей передачи данных на больших расстояниях, в условиях большой зашумлённости требуется повышенная чувствительность приёмника.

Данные условия характерны для космических аппаратов, для них же эта тема является весьма актуальной, так как радиокommunikация в данных аппаратах служит многим системам, таким как: система дистанционного управления курсом и действиями космического аппарата, система приёма полученных аппаратом данных на земле.

Сверхчувствительный приём также актуален и для наземных систем, которые в силу некоторых особенностей обладают довольно малой мощностью передатчика, например, автономные метеозонды, установленные в труднодоступных местах, таких как открытый океан, тропосфера, вершины гор, Арктика.

Такие приёмники благодаря высокой энергоэффективности и низкому энергопотреблению могли бы применяться и в бытовой сфере.

#### **Выводы**

На данный момент рассматриваемая тема является весьма актуальной.

Несмотря на сложность реализации, данное направление стоит считать одним из наиболее перспективных в области проектирования радиоприёмных устройств – нахождение решения данной проблемы экономически выгодно и способствует развитию техники радиоприёма, особенно в космической сфере.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бойерле, Х. Коммуникация в технике автоматизации: пер. с нем. / Х. Бойерле, П. Беценар, Г. Бах. – Берлин, Мюнхен : АО Siemens, 1991. – 155 с.
2. Варакин, Л.Е. Теория систем сигналов / Л.Е. Варакин. – М. : Советское радио, 1978. – 375 с.
3. Гоноровский, И.С. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов / И.С. Гоноровский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1986. – 512 с.
4. Гук, М. Аппаратные средства локальных сетей. Энциклопедия / М. Гук. – СПб. : Питер, 2000. – 576 с.