

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ПРОЯВЛЕНИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ В АКУСТООПТИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРАХ СПЕКТРА

д.т.н., проф. А.И. Стрелков, к.т.н. А.Е. Казаков, В.В. Карнаух

В статье описан метод определения частоты входного радиосигнала большой интенсивности, при которой проявляются нелинейные эффекты в акустооптическом анализаторе спектра. Метод основан на сравнении принимаемой реализации сигнала с выхода акустооптического спектроанализатора с калиброванными значениями отклика спектроанализатора на входной радиосигнал заданной частоты и заданной интенсивности.

В настоящее время появилось довольно большое количество источников радиоэлектронных излучений. В основном этими источниками являются средства связи, телевидения и РЛС. По отношению к радиотехническим средствам (РТС) различного назначения они выступают как источники различных помех, которые затрудняют, а в ряде случаев делают невозможными выполнение задач, поставленных перед этими средствами.

Поэтому возникает необходимость защиты РТС от воздействия радиоэлектронных помех (РЭП). Классификация РЭП подробно приведена в [1, 2].

В зависимости от интенсивности воздействия на РТС помехи подразделяются на слабые, средние и сильные. По уровню энергетического воздействия слабые помехи не превышают полезные сигналы, вызывая потерю до 15 % полезной информации; средние помехи соизмеримы или превышают полезные сигналы, вызывают потерю информации не менее чем на 50 %; сильные помехи значительно превышают по уровню полезные сигналы, приводят к потере более 75 % информации. В соответствии с этим, в настоящее время на первый план выходит задача выделения полезного сигнала на фоне РЭП принимаемой РТС.

Как показывают проведенные исследования, в большинстве случаев в качестве помехи выступает аддитивная центрированная гауссовская помеха с плотностью $\omega(x)$, которую можно представить в виде [3]:

$$\omega(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right).$$

В настоящее время нашли широкое применение РТС на базе акустооптического спектроанализатора, реализующего возможности проведения параллельной обработки сигналов в широкой полосе частот и практически в реальном масштабе времени. Эти системы являются аналогом многоканального приемника, в котором частотное разделение каналов основано на

принципах акустооптического взаимодействия. Опыт эксплуатации данных РТС показал, что отклик на выходе анализатора соответствует сигналу на входе и однозначно характеризует частоту входного сигнала (т.е. каждой частоте входного радиосигнала соответствует одна ячейка линейного фотоприемника на приборах с зарядовой смесью), когда интенсивность принимаемого радиосигнала не превышает определенную величину.

Однако в случае превышения интенсивности радиосигнала определенного порога (I_1) на выходе спектроанализатора формируется сложный сигнал, который содержит отклики, составляющие которого не соответствуют несущей частоте входного радиосигнала, обусловленные нелинейным характером зависимости передаточной функции акустооптического модулятора от интенсивности принимаемого радиосигнала (рис. 1). То же самое наблюдается в случае прихода на вход системы смеси радиосигнала и помехи. Поэтому необходимо решить задачу выделения сигнала на фоне помехи и в случае превышения интенсивности радиосигнала порога в сложном сигнале выделить полезный.

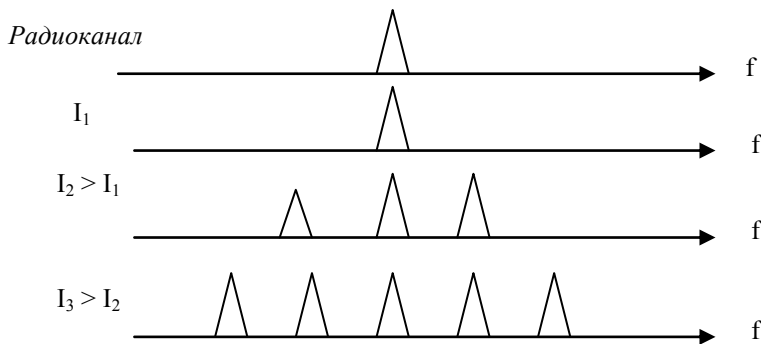


Рис. 1. Частота сигнала на выходе спектроанализатора

Наиболее распространенным методом выделения сигнала на фоне помехи является использование фильтра, через который пропускается смесь сигнала и помехи. В нем подавляется помеха, а сигнал практически не меняется.

Однако использование фильтра не может решить задачу выделения полезного сигнала при превышении интенсивности радиосигнала определенного порога (I_1). Для решения этой задачи предлагается метод определения частоты входного радиосигнала, учитывающий нелинейные эффекты по амплитуде принимаемого радиосигнала. Он основан на сравнении принимаемой реализации сигнала с выхода акустооптического спектроанализатора с калиброванными значениями отклика спектроанализатора на входной радиосигнал заданной частоты и заданной интенсивности. Суть этого метода состоит в следующем.

В разработанной РТС (рис. 2) сигнал из радиотракта (РТ) поступает на радиоизмеритель и обнаружитель (РОИ) и акустооптический спектроанализатор (АОСА). В РОИ определяются длительность сигнала (τ), его интенсивность (I) и время обнаружения (t_0). В АОСА сигнал поступает на специально изготовленную матрицу (M), размерностью $m \times n$ элементов. Столбцы матрицы имеют различные интенсивности

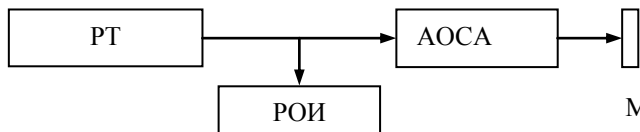


Рис. 2. Схема разработанной РТС

интенсивностей ($I_1 < I_2 < \dots < I_n$), а строки на различные частоты ($f_1 < f_2 < \dots < f_m$). Таким образом, каждый элемент данной матрицы рассчитан на пропускание радиосигнала с калиброванными значениями отклика спектроанализатора на входной радиосигнал заданной частоты и интенсивности. Сигнал выходит из той ячейки матрицы, интенсивность и частота настройки которой соответствует частоте и интенсивности принимаемого сигнала. Использование предложенного метода позволяет однозначно определять частоту входного радиосигнала, интенсивность которого превышает определенный порог и при этом РТС работает в нелинейном режиме.

Таким образом, реализация предложенного метода при модернизации существующих АОСА позволит существенно расширить диапазон значений интенсивностей входных радиосигналов, для которых может быть измерена несущая частота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стандарт СЭВ 1116-78. Радиопомехи индустриальные. Термины и определения.
2. ГОСТ 14777-76. Радиопомехи индустриальные. Термины и определения.
3. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – М.: Радио и связь, 1989. – 654 с.

Поступила 12.07.02

СТРЕЛКОВ Александр Иванович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ВНЦ КИ. Окончил ВИРТА в 1968 г. Область научных интересов – квантовая электроника, статистическая обработка сигналов в оптико-электронных системах, обработка оптических изображений.

КАЗАКОВ Александр Евгеньевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, начальник НИЛ ВНЦ КИ. Окончил ВИРТА ПВО в 1994 г. Область научных интересов – радиолокационное распознавание образов.

КАРНАУХ Валерий Всеволодович, начальник НИО СКБ "Топаз" г. Донецк. Окончил ХАИ в 1975 г. Область научных интересов – статистическая обработка радио и оптических сигналов.