

Исследованы методы увеличения эффективности работы цифровых систем связи с многостанционным доступом и частотным разделением (МДЧР) с нелинейным ретранслятором (РТР). Произведен анализ известных методов увеличения эффективности систем связи с МДЧР:

- оптимальная загрузка ствола РТР (адаптивная коммутация каналов);
- оптимальный режим работы РТР и неравномерная расстановка частот;
- линеаризация амплитудных характеристик и компенсация амплитудно-фазовой конверсии.

В качестве критерия повышения эффективности систем связи с МДЧР рассматривается количество каналов связи, на которое увеличивается пропускная способность одного ствола РТР, при сохранении заданного отношения мощности одного полезного сигнала к мощности продуктов ИМИ на выходе РТР.

Метод оптимальной загрузки ствола РТР. В данном методе загрузки ствола РТР при заданной пропускной способности увеличение помехоустойчивости $P_c/P_{\text{ИМИ}}$ достигается за счет снижения интенсивности продуктов ИМИ. Обеспечивается это за счет равномерной загрузки стволов РТР. В исследуемых устройствах увеличение пропускной способности обеспечивается путем ликвидации избыточности по помехоустойчивости, возникающей при недозагруженности каждого ствола РТР.

В РТР каждый ствол подключается с помощью коммутатора равномерного распределения каналов, дополнительное количество каналов связи (сигналов) для дополнительных приемных станций. Таким образом, увеличивается пропускная способность каждого ствола и РТР в целом. Это равносильно увеличению пропускной способности РТР. В каждом стволе РТР предусмотрено, что при пиковых значениях входной мощности $P_{\text{вх}} = P_n$ происходит переключение (перераспределение) части дополнительных каналов (сигналов) приемных станций на соседние недозагруженные стволы РТР.

Методы адаптивной коммутации каналов. В методах адаптивной коммутации с целью уменьшения мощности продуктов ИМИ в нелинейном РТР, учитывается влияние нелинейности СВЧ-усилителя мощности передатчика. В предлагаемом РТР, выходная мощность сравнивается с пороговым значением мощности P_n . Если $P_{\text{вых}} < P_n$, на вход основного передатчика продолжают поступать дополнительные сигналы, а если $P_{\text{вых}} > P_n$, то загрузка РТР прекращается, и все дополнительные сигналы переключаются и подаются через сумматор на вход резервного передатчика.

Установлено, что выигрыш в пропускной способности получается за счет перевода рабочей точки (по входной мощности $P_{\text{раб}}$) СВЧ-усилителя мощности передатчика в более напряженный режим. Каждый ствол РТР дополнительно загружают до величины $(P_c/P_{\text{ИМИ}}) > (P_c/P_{\text{ИМИ}})_n$. Это может увеличить пропускную способность ствола РТР до 30 %.

Методы неравномерной расстановки частот. В системе связи с МДЧР при неравномерной расстановки сигналов, улучшение помехоустойчивости, (увеличение отношения $P_c/P_{\text{ИМИ}}$ на выходе РТР) на 6...8 дБ достигается за счет исключения или уменьшения интенсивности продуктов ИМИ в полосе частот полезных сигналов на выходе РТР.

В рассматриваемой системе связи с МДЧР происходит расширение полосы пропускания каждого ствола РТР. Поэтому в каждом стволе РТР частоты сигналов возможно расположить относительно друг от друга неравномерно таким образом, чтобы продукты ИМИ 3-го порядка не попадали в полосы частот полезных сигналов, а основная их часть располагалась за пределами полосы пропускания РТР. В состав исследуемой системы связи входит: ретранслятор, приемопередающая антенна, гребенчатый фильтр, управляемый коммутатор, программное устройство.

Исследованы также другие методы увеличения эффективности систем связи с МДЧР и структурные схемы РТР, в которых выбирается оптимальный режим работы СВЧ усилителя мощности передатчика и применяется помехоустойчивое сверточное кодирование.

Для количественной оценки увеличения эффективности систем связи с МДЧР, учитывающих влияние нелинейности РТР, был использован в расчетах квазистатический метод характеристических функций.

Установлено, что при заданной помехоустойчивости ($P_c/P_{\text{ИМИ}}$) в системах связи с адаптивной коммутацией каналов можно увеличить пропускную способность РТР на 20...25 %, а за счет оптимальной загрузки ствола РТР на пропускную способность можно увеличить до 30...35 %.

При одновременном применении нескольких методов увеличения эффективности систем связи с МДЧР, можно увеличить пропускную способность РТР при заданной помехоустойчивости до 40...60 %.

THE ESTIMATION OF METHODS OF AN INCREASE OF EFFICIENCY OF MULTI-STATION NUMERAL COMMUNICATION SYSTEMS WITH A NONLINEAR RELAY

Kasymov A.

The questions of an increase of efficiency numeral multi-station communication systems (FDMA) with a nonlinear relay are explored. The analysis of different methods of increase of efficiency of communication systems with FDMA is manufactured:

- methods of an optimum load of a trunk (adaptive circuit switching);
- choice of optimum operational mode and nonuniform arrangement of frequencies;
- linearization of amplitude characteristics and compensation of amplitude-phase conversion of relay;

As an increase of efficiency of communication systems with FDMA the number of channels of communication is considered, by which the channel capacity of one trunk of relay is increased, at saving the given attitude of power of one useful signal to power of IMD on an exit of relay.

In a method of an optimum load of a trunk of relay at a given channel capacity the increase of a noise immunity is reached at the expense of lowering intensity of IMD. It is supplied by a uniform load of trunks of relay. In investigated devices the increase of a channel capacity is supplied by the liquidation of redundancy on a noise immunity originating at under loading of each trunk of relay.

In methods of adaptive commutation with the purpose of power decrease of IMD they in nonlinear relay, take into account influence of nonlinearity SHF of a power amplifier of the transmitter of relay. In this relay, the output power of relay is compared to a threshold value of power. If $P_{out} < P_{threshold}$, extra signals go on arrive on an input of the basic transmitter, and if $P_{out} < P_{threshold}$, the load of relay will be stopped.

The researches are executed with the help by a quasistatic method of characteristic functions. It is established, that at a given noise immunity at adaptive commutation of channels it is possible to increase a channel capacity of relay on 20...25 %, and by expense of an optimum load of a trunk of relay on 30...35 %.

In a communication system with FDMA at nonuniform arrangement of signals, improvement of a noise immunity on an exit of relay on 6...8 dB is reached with the exception or diminution of intensity of IMD in a frequency band of useful signals on an exit of relay.

At the mixed usage of several methods of increase of efficiency of communication systems with FDMA, it is possible to increase a channel capacity of relay at a given noise immunity till 40...60 %.