

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВНУТРИКАНАЛЬНЫХ ПОМЕХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ МАЛОГО РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ

А.К. Атаниязов (ГУП «UNICON.UZ»)

Зокиржонов Ж.З. (ТАТУ магистранти, ГУП «UNICON.UZ»)

В статье приведены результаты расчета вероятности внутриканальной помехи при воздействии мешающих радиоэлектронных средств на радиоэлектронные устройства малого радиуса действия.

Мақолада таъсир доираси кичик радиоэлектрон қурилмаларга таъсир қилувчи радиоэлектрон воситаларнинг канал ичидаги халақитларни эҳтимоллигини ҳисоблаш натижалари келтирилган.

In this, article the results of calculating the probability of in-channel interference when exposed to unwanted radio-electronic means of radio on short-range device.

Радиоэлектронные устройства малого радиуса действия (РЭУМРД) находят все большее применение в системах управления, охраны и сигнализации, логистике, быту, медицине, транспортных системах, системах контроля производства и материально-технического обеспечения, в животноводческих системах, в электронных средствах наблюдения за перемещением предметов и связи ближнего действия и т.д.

Под РЭУМРД понимают средства, которые обеспечивают либо одностороннюю, либо двухстороннюю связь, и способность которых создавать помехи другому РЭС очень мала. РЭУМРД разрешается работать при условии, что они не создают помех сами и не требуют защиты от помех [1].

Постановка задачи.

Постоянное увеличение плотности размещения радио-электронных средств (РЭС) в ограниченном частотном диапазоне приводит к резкому увеличению уровня взаимных помех, нарушая их нормальную работу. Очень остро проблема взаимных помех проявляется там, где целые комплексы РЭС должны размещаться на ограниченной территории. При этом их число может достигать несколько десятков, а расстояние между ними составлять от несколько метров до нескольких сантиметров. Плотное размещение РЭУМРД может привести не только к нарушению их нормального функционирования, но и к полному выходу их из рабочего состояния. Устройства РЭУМРД могут не только подвергаться

воздействию внешних электро-магнитных помех, но и сами выступать в качестве источников таких помех (интерференции) для других радиотехнических систем и устройств. Интерференция может возникнуть тогда, когда устройства работают с перекрытием частоты или диаграмм направленности антенн, одновременно вне посредственной близости друг от друга. При этом не последнюю роль играет плотность и место размещения передатчиков в пространстве.

Для достижения высокой помехоустойчивости в такой сложной помеховой обстановке в технологии РЭУМРД предприняты различные меры, например скачкообразная перестройка частот, осуществляемая с большой скоростью. Кроме того, передаваемые пакеты могут быть защищены с помощью помехо-устойчивого кодирования, а также средствами, при использовании которых передача утерянных пакетов автоматически повторяется.

В связи с этим в данной работе ставится задача рассчитать вероятности внутриканальной помехи от числа источников помех и величины рабочего цикла мешающей РЭС.

Решение. Пусть на системы РЭУМРД с технологии скачко-образная изменение рабочей частоты с расширением спектра (FHSS – Frequency Hopping Spread Spectrum) воздействуют помехи от РЭС, также использующие скачко-образную перестройку частоты FHSS.

Если предположить, что перестройка частоты приостановлена, то можно рассчитать защитные расстояния $L_{\text{защ}}$ между мешающими РЭС и РЭУМРД, как в случае возникновения помех в совпадающем канале (внутриканальные помехи), так и в случае блокирования (уменьшение усиления полезного сигнала во входном тракте приемника, вызванное действием интенсивного мешающего сигнала, частота которого находится вне основного канала приема).

Вероятность внутриканальной помехи $P_{\text{вн.п}}$ для канала РЭУМРД с FHSS от одного источника помех (FHSS-устройства) определить по формуле [2]:

$$P_{\text{вн.1}} = DN_{\text{ч}}^{-1}, \quad (1)$$

где: D - рабочий цикл передачи FHSS-устройства (Отношение, выраженное в процентах, суммарного времени работы передатчика в течение одного часа к одному часу);

$N_{\text{ч}}$ - число скачков частоты (для FHSS число скачков равно 79).

Результаты расчеты вероятности внутриканальной помехи от рабочего цикла мешающей РЭС приведено в таблице 1.

Таблица 1

P_{вн.1}	0,0012	0,0025	0,0038	0,0050	0,0063	0,0075	0,0088	0,0101	0,0113	0,0126
D, %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Зависимость вероятности внутриканальной помехи УМРД с FHSS от величины рабочего цикла мешающей РЭС, представлена на рисунке 1.

Из представленной зависимости видно, что с уменьшением величины рабочего цикла мешающих РЭС, вероятности внутриканальной помехи в РЭУМРД также уменьшается. С ростом числа источников помех M_n вероятность внутриканальной помехи в РЭУМРД увеличивается и может быть найдена исходя из формулы:

$$P_{\text{вн.1}} = D(1 - [(N_{\text{ч}} - 1)N_{\text{ч}}^{-1}]^{M_n}), \quad (2)$$

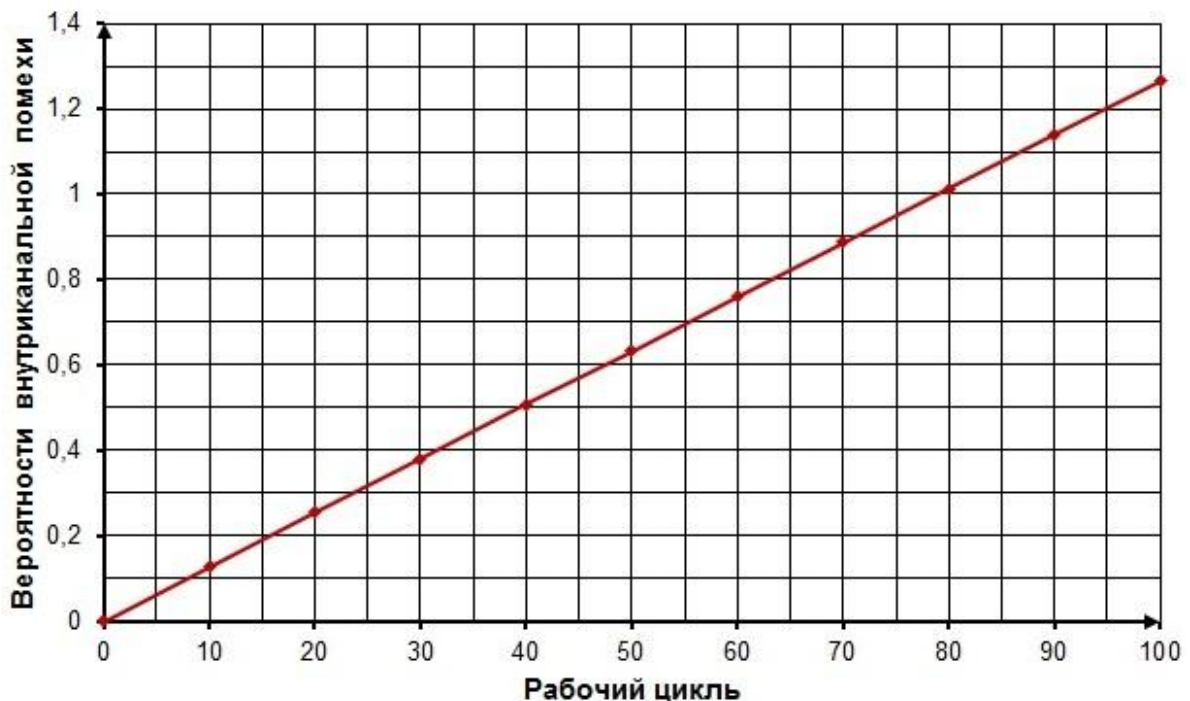


Рисунок 1 - Зависимость вероятности внутриканальной помехи от рабочего цикла мешающей РЭС

Результаты расчета зависимости вероятности внутриканальной помехи от числа источников помех приведено в таблице 2.

Таблица 2

Мп	D=10 %	D=20 %	D=40 %	D=60%	D=80 %
	Рвн.1	Рвн.1	Рвн.1	Рвн.1	Рвн.1
1	0,00127	0,00253	0,00506	0,00759	0,01013
2	0,00252	0,00503	0,01006	0,01509	0,02012
4	0,00497	0,00994	0,01987	0,02981	0,03974
6	0,00736	0,01472	0,02943	0,04415	0,05887
8	0,00969	0,01938	0,03876	0,05813	0,07751
10	0,01196	0,02392	0,04784	0,07177	0,09569
12	0,01418	0,02835	0,0567	0,08505	0,11341
14	0,01633	0,03267	0,06534	0,09801	0,13068
16	0,01844	0,03688	0,07376	0,11064	0,14752
18	0,02049	0,04098	0,08196	0,12295	0,16393
20	0,02249	0,04498	0,08997	0,13495	0,17993
22	0,02444	0,04888	0,09776	0,14665	0,19553
24	0,02634	0,05268	0,10537	0,15805	0,21074
26	0,02819	0,05639	0,11278	0,16917	0,22556
28	0,03	0,06	0,12	0,18001	0,24001
30	0,03176	0,06352	0,12705	0,19057	0,2541

Зависимость вероятности внутриканальной помехи в РЭУМРД от количества источников помех, вызванных РЭС, для различных значений величины рабочего цикла представлена на рисунке 2.

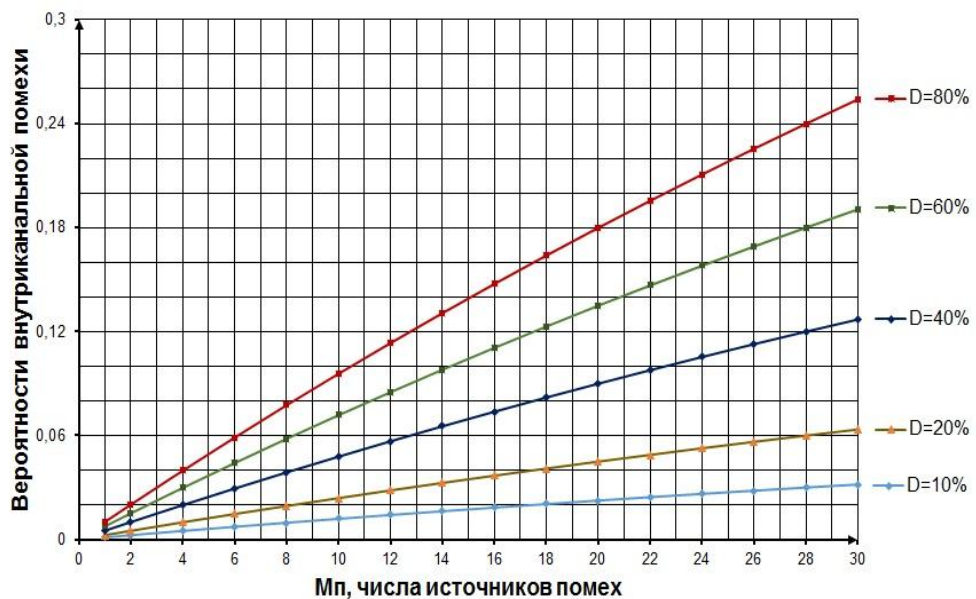


Рисунок 2 - Зависимость вероятности внутриканальной помехи

ОТ ЧИСЛА ИСТОЧНИКОВ ПОМЕХ

Выводы. Получены зависимости вероятности внутриканальной помехи от величины рабочего цикла и числа источников помех РЭС (рисунок 2). Показано (рисунок 1), что вероятность внутриканальной помехи РЭУМРД с FHSS увеличивается не только с ростом численности РЭС, но и с увеличением их рабочего цикла. Это дает возможность прогнозировать эффективной работы нескольких РЭУМРД внутри зданий и обеспечить устойчивую работу РЭУМРД в заданной зоне обслуживания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] А.А. Кадиров, Атаниязов А.К., Джалалов Ш.З., Методика расчета зоны обслуживания радиоэлектронных устройств малого радиуса действия // Инфокоммуникации: сети, технологии, решения. - 2014. -№4.- (32).- с. 10-14.

[2] ERC Decision of 12 March 2001 on harmonized frequencies, technical characteristics and exemption from individual licensing of Non-specific Shot Range Devices operating in the frequency band 2400-2483.5 MHz (ERG/DEC/(01)05).

