

модуляцией сигнала рассогласования. Амплитуда и длительность испытательного тока задаются оператором на клавиатуре БЗТ. В качестве силовых ключей в изготовленном испытательном устройстве были применены IGBT-транзисторы, а в качестве нагрузочного трансформатора использовался трансформатор типа НТ-12, имеющийся в продаже на рынке готовой продукции. Настройка контуров  $L1C1$  и  $L1C2$  на частоту питающей сети производилась при заданной установленной мощности конденсаторов путем выбора  $L1$ .

Для оценки работы регулятора было произведено моделирование на ЭВМ его схемы средствами пакета прикладных программ Micro-Cap 9. В качестве элементов К1-К4 были использованы модели идеальных ключей. Осциллограммы тока (рисунок 3) в нагрузке, получены при углах  $\alpha = 90, 135$  и  $175$  градусов включения ключей К1 и К2 (ток в кА, время в мс).

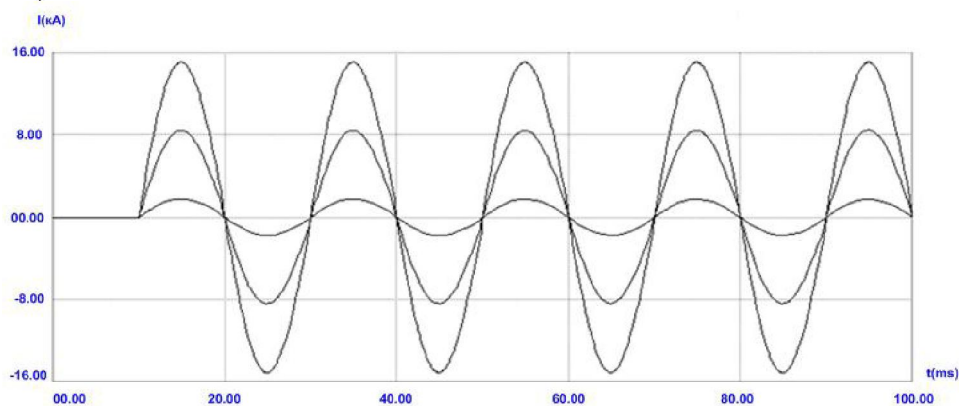


Рисунок 3 — Осциллограммы токов в нагрузке при различных углах включения ключей К1 и К2

Регулировочная характеристика для частоты питающей сети 50 Гц, практически линейно убывает с  $90^\circ$  до  $180^\circ$ . Результаты моделирования на ЭВМ достаточно хорошо согласуются с экспериментальными данными.

#### Перечень ссылок

1. Пат. 2321048 Рос. Федерация. Устройство для бесконтактного регулирования амплитуды переменного напряжения /В.Р. Проус. Д.Д. Фугаров. Оpubл. 27.03.2008. Бюл. № 9.

УДК 621.397.62

### УМЕНЬШЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА БИТОВЫХ ОШИБОК В РАДИОКАНАЛЕ ДАННЫХ СИСТЕМЫ СВЯЗИ С ЧМ-2

Шкуренко А. Г., студент

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

В современных телекоммуникационных системах в качестве среды передачи информации используется радиоканал. Главным преимуществом такого подхода является мобильность абонентов, а недостатком — низкая помехоустойчивость. Одним из основных методов оценки качества работы телекоммуникационных систем является измерения коэффициента битовых ошибок (BER). Величина BER зависит от целого ряда факторов: параметров помехоустойчивого кодирования, вида модуляции, способа демодуляции, отношения сигнал/шум в канале связи (SNR).

Одной из главных проблем, возникающих во время измерения малых значений BER при высоком уровне достоверности (Confidential Level, CL), является его большая длительность. В [1] приведены статистические методы, с помощью которых можно получить зависимость между уровнем достоверности, количеством зафиксированных ошибок и необходимой длительностью псевдослучайной последовательности. В таблице 1 представлены результаты расчетов нормированной длительности псевдослучайной последовательности.

Таблица 1 – Зависимость нормированной длительности псевдослучайной последовательности от количества ошибок (E) и уровня достоверности (CL)

E	CL = 90%	CL = 95%	CL = 99%
	N x BER		
0	2.3	3	4.61
1	3.89	4.74	6.64
2	5.32	6.3	8.4

Одним из основных методов уменьшения длительности измерения BER является калиброванное уменьшение SNR. При уменьшении SNR увеличивается количество ошибок приема и, соответственно, увеличивается ожидаемое значение BER. Это соответственно приводит к уменьшению длительности тестирования [2]. Уменьшать SNR можно двумя способами: калибровано уменьшая мощность сигнала, либо вводя в канал связи дополнительный источник помех.

Более широкое применение на сегодняшний день нашел первый способ, поскольку он позволяет обеспечить большую точность измерений.

Значение BER ( $p$ ) изменяется в зависимости от величины SNR ( $h^2$ ) по соотношению (1)

$$p = 0,5 \cdot (1 - \Phi(h)) = 0.507 \cdot e^{-0.44h^2 - 0.66h}, \quad (1)$$

Используя (1), можно достаточно легко по измеренному более высокому значению BER найти действительное. Чтобы воспользоваться данным методом, необходимо знать способ модуляции и параметры помехоустойчивого кодирования. Структурная схема системы связи, исследуемой в данной работе, представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема исследуемой системы связи

Источник сообщений представляет собой генератор псевдослучайной последовательности бит. Модулятор ЧМ-2 осуществляет угловую модуляцию. Канал связи представлен источником аддитивного белого шума. Демодулятор ЧМ-2 осуществляет восстановление сигнала, а детектор ошибок, в свою очередь, побитно сравнивает переданную и принятую последовательности сигналов. Каждое различие в уровне трактуется им, как ошибка. Итак, прогнозирование величины коэффициента битовых ошибок будет происходить следующим образом. Пусть отношению сигнал/шум  $h_1^2$  соответствует вероятность неправильного приема  $p_1$ , а отношению сигнал/шум  $h_2^2$  - коэффициент битовых ошибок  $p_2$ . Причем величины  $h_1^2$  и  $h_2^2$  связаны между собой соотношением (2).

$$N = \frac{h_2^2}{h_1^2} \quad (2)$$

Используя соотношения (1) и (2) можно установить связь и между величинами  $p_1$  и  $p_2$ . Таким образом, получим соотношение (3).

$$p_2 = p_1 \cdot e^{-0.44(N-1)h_1^2 - 0.66(\sqrt{N}-1)h_1} \quad (3)$$

Таким образом, измерив величину коэффициента битовых ошибок  $p_1$  при низком отношении сигнал/шум  $h_1^2$ , можно легко рассчитать вероятность ошибок  $p_2$  при отношении сигнал/шум на входе демодулятора  $h_2^2 = N \cdot h_1^2$ .

При использовании данного метода делается предположение, что тепловой Гауссов шум на входе приемника является главным источником битовых ошибок в цифровой системе связи.

Теперь, используя описанный выше метод, произведено прогнозирование величины BER и получена оценка вносимой им погрешности. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты моделирования

$h_2^2$	Измеренное значение BER	Прогнозируемое значение BER	Относительная погрешность прогнозирования
1	0,218864		
2	0,13134	0,132707	0,010414
3	0,08554	0,084667	0,010207
4	0,054888	0,055459	0,01041
5	0,037325	0,036944	0,010211
6	0,025934	0,024906	0,03962
7	0,017817	0,016944	0,049036
8	0,012268	0,01161	0,053677
9	0,008496	0,008002	0,058236
10	0,005999	0,005542	0,076114

При расчетах принималось, что  $h_1^2 = 1$ .

Очевидно, что при увеличении значения  $N$ , которое рассчитывается по соотношению (2), увеличивается и погрешность, вносимая прогнозированием. Исходя из этого, рекомендуется осуществлять прогнозирование для  $N \leq 7$ , так как в этом случае относительная погрешность прогнозирования не превышает 5%.

#### Перечень ссылок

1. Redd J. Calculating Statistical Confidence Levels for Error Probability Estimates // Lightwave, April 2000, pp. 110–114.
2. Wolaver D.H. Measure Error Rates Quickly and Accurately // Electronic Design, May 30, 1995, pp. 89–98.

УДК 622.457:531.787.2

## УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ

**Турута А.Н., студентка; Гавриленко Б.В., доц., Ph.D.**

*(Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина)*

В настоящее время горное предприятие невозможно без принудительной вентиляции. Прекращение проветривания влечет за собой остановку всего технологического комплекса шахты или рудника, к выводу людей на поверхность, прекращению работы всех машин и механизмов.

Положение рабочей точки при совместной работе вентилятора и сети определяется значением производительности и давления шахтной вентиляторной установки.

Непрерывный контроль производительности ВГП создает условие обеспечения требуемого количества воздуха в горных выработках, создает безопасные условия ведения горных работ.[1]

Автоматизация ВГП осуществляется аппаратурой УКАВ-М и УКАВ-2, которые выполнены на морально устаревшей элементной базе и не обеспечивают накопления, обработку и хранение информации о производительности вентиляторной установки.[2]