

К. С. Морозова¹, Б. М. Миронов¹

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

ИЗМЕРИТЕЛЬ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ УЧЕБНОГО МИКРОПРОЦЕССОРНОГО СТЕНДА SDK-1.1

Аннотация. Приведены результаты разработки и исследования измерителя среднеквадратического значения (СКЗ) напряжения на основе учебного микропроцессорного стенда SDK-1.1. Представлены схема программы измерения СКЗ напряжения, сравнительная таблица результатов измерений, выполненных измерителем и промышленным мультиметром для сигналов различной формы. Выполненная разработка позволяет облегчить обучаемым освоение современных микропроцессорных измерителей, имеющих важное практическое значение в диагностировании технических устройств.

Ключевые слова: напряжение переменного тока, среднеквадратическое значение, микропроцессорный измеритель.

К. S. Morozova¹, B. M. Mironov¹

¹ Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

RMS VOLTAGE METER BASED ON THE TRAINING MICROPROCESSOR STAND SDK-1.1

Abstract. The results of the development and research of the RMS voltage meter (RMS) on the basis of training microprocessor stand SDK-1.1. The scheme of the program of measurement of RMS voltage, the comparative table of the results of measurements made by the meter and the industrial multimeter for signals of various forms is presented. The performed development makes it easier for students to master modern microprocessor-based meters, which are of great practical importance in the diagnosis of technical devices.

Keywords: AC voltage, mean square value, microprocessor-based meter.

Введение

Как известно, в настоящее время большое внимание уделяется решению задач контроля и диагностирования состояния устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ). Общие принципы диагностирования устройств ЖАТ основаны на анализе дискретных и аналоговых сигналов. В случае аналоговых сигналов обычно измеряют среднеквадратические значения напряжений и токов в конкретных точках устройства, которые затем сравнивают с допустимыми пределами изменения аналоговых величин. Если измеренное значение превышает максимально-допустимые пределы или удерживается ниже минимально-допустимого предела в течение определенного времени, то данное значение считается недопустимым [1].

Измерение СКЗ значения напряжения выполняется, например, модулями систем технического диагностирования и мониторинга (СТДМ) АДК-СЦБ (МАВ, МАВ2) [2], АПК-ДК [3].

Среднеквадратическое (действующее, эффективное) значение характеризует напряжение переменного тока наряду с амплитудным (пиковым) и средневыпрямленным значениями. Известно, что передаваемая мощность сигналов пропорциональна квадрату СКЗ напряжения. Именно поэтому шкалы вольтметров градуируются в среднеквадратических значениях независимо от того, какое из значений реально измеряется.

Измерение СКЗ напряжения по мгновенным значениям сигнала

Существует несколько способов измерения СКЗ напряжения [4]. В настоящее время, благодаря успехам в развитии микропроцессорной техники, одним из наиболее распространенных является способ определения СКЗ по мгновенным значениям сигнала. Он

широко применяется в современных цифровых вольтметрах и мультиметрах [5]. При реализации указанного способа аналоговый сигнал с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) преобразуется в цифровые отсчеты, по которым выполняется расчет значения СКЗ:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} S_i^2}, \quad (1)$$

где S – оценка СКЗ сигнала;

S_i – значение i -го отсчета сигнала;

N – количество отсчетов в выборке сигнала.

Этот способ позволяет добиться снижения значения погрешности до 0,1% при измерении СКЗ напряжения немодулированного сигнала с практически любыми отклонениями от синусоидальной формы [4].

С целью детального освоения применяемого на практике способа определения СКЗ напряжения по мгновенным значениям сигнала был разработан микропроцессорный измеритель на основе учебного стенда SDK-1.1/S, построенного на микроконтроллере ADuC842. Этот учебный стенд является удобным инструментом создания микропроцессорных устройств [6].

В качестве источника сигнала для измерителя использован функциональный генератор MXG-9802A, позволяющий формировать сигналы различной формы (гармоническая, прямоугольная, треугольная) и с различными параметрами. При исследованиях были выбраны: частота сигнала 50 Гц, амплитуда сигнала – 1, 2, 3 вольта. Для контроля задаваемых параметров входного сигнала применен цифровой осциллограф АОС-5106.

Схема программы измерителя, загружаемая в память микроконтроллера стенда SDK-1.1/S, представлена на рис. 1.

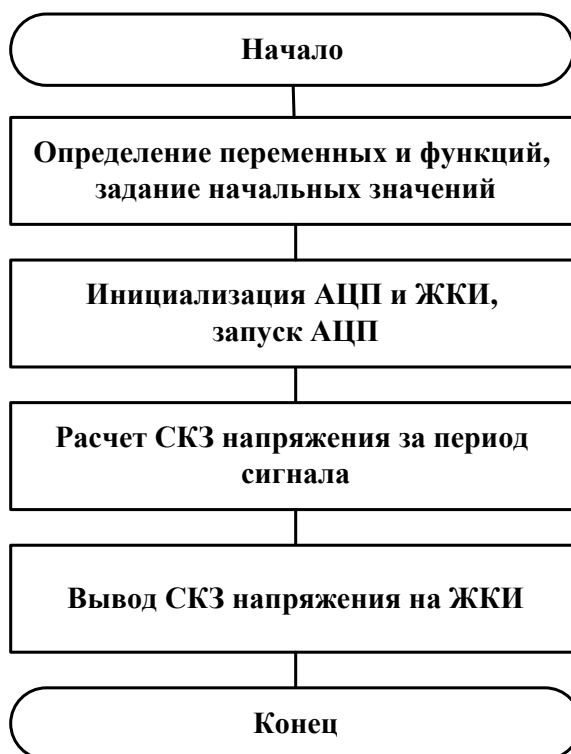


Рис. 1. Схема программы измерения СКЗ напряжения

Сигнал с выхода генератора MXG-9802A подан на вход встроенного в микроконтроллер ADuC842 12-тиразрядного АЦП. Преобразователь настроен на работу в циклическом режиме с запуском от Таймера 2 микроконтроллера. На основе цифровых отсчетов с выхода АЦП выполняется расчет СКЗ напряжения по приведенной выше формуле, которое выводится на жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) стенда SDK-1.1/S. Для сравнительной оценки полученных результатов измерений СКЗ напряжения одновременно проводились измерения с помощью промышленного цифрового мультиметра Visual DMM 740.

Для примера ниже на рис. 2, 3 представлены показания используемых приборов при проведении измерений: на рис.2 изображен функциональный генератор MXG-9802A с осциллограммой входного сигнала прямоугольной формы амплитудой 3 В, на рис. 3 изображены стенд SDK-1.1/S, цифровой мультиметр Visual DMM 740, отображающие измеренные значения, и цифровой осциллограф АОС-5106.

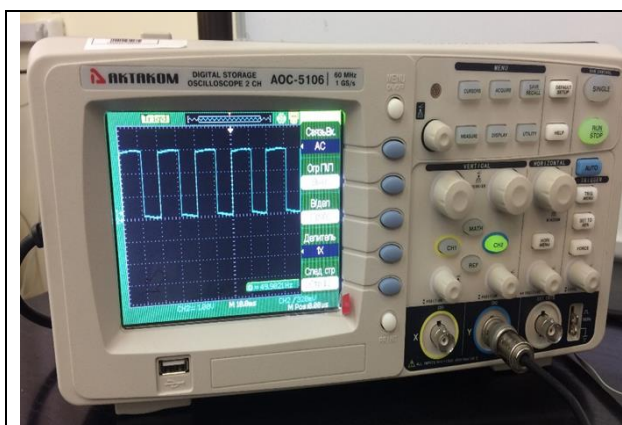


Рис. 2. Функциональный генератор MXG-9802A

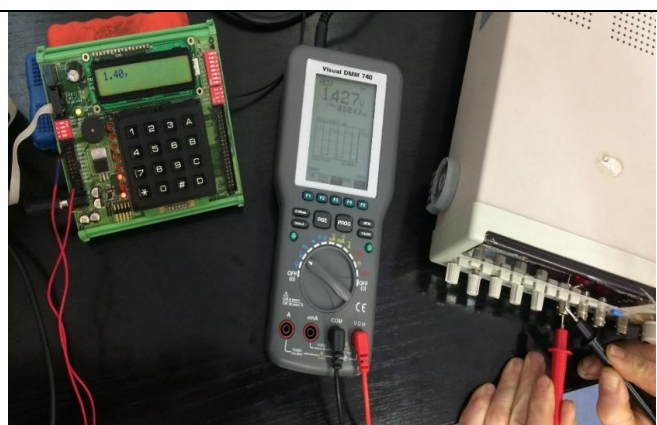


Рис. 3. Стенд SDK-1.1/S, цифровой мультиметр Visual DMM 740, отображающие измеренные значения, и цифровой осциллограф АОС-5106

В табл. 1 приведены результаты выполненных измерений.

Таблица 1

Результаты измерения СКЗ напряжения

Измеритель	Форма сигнала								
	гармоническая			прямоугольная			треугольная		
	Напряжение на выходе генератора U_r , В								
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
Visual DMM 740	1,008	0,69	0,33	1,4	0,96	0,48	0,83	0,57	0,28
SDK-1.1/S	0,97	0,65	0,31	1,43	0,93	0,45	0,82	0,55	0,26

Из сравнения результатов измерений двух приборов по данным табл. 1 видно, что измеренные значения практически одинаковы. Следовательно, алгоритм и программа микропроцессорного измерителя на основе стенда SDK-1.1/S реализованы корректно.

Частота дискретизации при проведении измерений была выбрана равной 10 кГц (период следования импульсов дискретизации 100 мкс). Число цифровых отсчетов за период входного сигнала $n = 0,02 / 0,0001 = 200$. Для формирования периода следования импульсов дискретизации 100 мкс использовался Таймер 2 микроконтроллера в режиме автоперезагрузки.

Заключение

Таким образом, на основе учебного стенда SDK-1.1/S был разработан микропроцессорный измеритель, реализующий способ определения СКЗ напряжения по мгновенным значениям сигнала, проведено его исследование путем подачи на него контрольных сигналов различной формы. Полученные результаты измерений СКЗ напряжения согласуются с результатами измерений, выполненными с помощью промышленного цифрового мультиметра Visual DMM 740, что позволяет сделать вывод о корректности работы созданной программы.

Выполненная разработка позволяет облегчить обучаемым освоение современных микропроцессорных измерителей, имеющих важное практическое значение в диагностировании технических устройств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федорчук А.Е. Новые информационные технологии: автоматизация технического диагностирования и мониторинга устройств ЖАТ (система АДК-СЦБ) / А.Е. Федорчук, А.А. Сепетый, В.Н. Иванченко. – Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т путей сообщения, 2008.- 443 с.
2. Сепетый А.А. Измерительно-вычислительные средства в системе автоматизации диагностирования и контроля устройств СЦБ / А.А. Сепетый, В.В. Кольцов, В.С. Прищепа и др. – Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т путей сообщения, 2009.- 416 с.
3. Иванов А.А. Новые приборы регистрации параметров устройств железнодорожной автоматики в системе АПК-ДК (СТДМ) / А.А. Иванов, А.К. Легоньков, В.П. Молодцов // Автоматика на транспорте . – 2015. – Том 1. – №3. – С. 282–296.
4. Терентьев В.Л. Особенности измерения напряжения в тональных рельсовых цепях / В.Л. Терентьев // Автоматика, связь, информатика. – 2008. – №4. – С. 19–21.
5. Данилин А.А., Лавренко Н.С. Измерения в радиоэлектронике / Под ред. А.А. Данилина. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 408 с.
6. Миронов Б.М. Разработка лабораторной установки для исследования временных параметров электромагнитных реле с использованием микропроцессорного контроллера/ Транспортная инфраструктура Сибирского региона: материалы Девятой международной научно-практической конференции. – Иркутск: в 2 т., Т.1. – ИрГУПС, 2018. – С. 325 – 328.

REFERENCES

1. Fedorchuk A.E., Sepetiy A.A., Ivanchenko V.N. Novie informatsionnie tehnologii: avtomatizatsiia tehničeskogo diagnostirovaniia i monitoring ustroystv GAT (sistema ADK-STSB). *Rostov: Rostov State Transport University*, 2008. – 443 pages.
2. Sepetiy A.A., Koltsov V.V., Prishepa V.S. Izmeritel'no-vichislitel'nie sredstva v sisteme avtomatizatsii diagnostirovaniya i kontrola ustroystv STSB. *Rostov: Rostov State Transport University*, 2009. – 416 pages.
3. Ivanov A.A., Legon'kov A.K., Molodtsov V.P. Novie pribory registratsii parametrov ustroystv zheleznodorozhnoi avtomatiki v sisteme APK-DK (STDM). *Avtomatika na transporte*, 2015, Vol. 1, No. 3, pp. 282–296.
4. Terentev V.L. Osobennosti izmereniya napragneniya v tonal'nih rel'sovih tsepah. *Avtomatika, svaz, informatika*, 2008, No. 4, pp. 19–21.
5. Danilin A.A., Lavrenko N.S. Izmereniya v radioelektronike. – SPb.: Lan', 2017. – 408 pages.
6. Mironov B.M. Razrabotka laboratornoy ustanovki dla issledovaniya vremrnnih parametrov elektromagnitnih rele s ispolzovaniem microprotsessornogo kontrollera. *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona: materialy devyatoy megdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Irkutsk, 2018, Vol. 1, pp. 325–328.

Информация об авторах

Морозова Кристина Сергеевна – студент группы СОД.2-15-1, факультет «Системы обеспечения транспорта» Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kristinasergeevna97@mail.ru

Миронов Борис Михайлович – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь» Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: mironov_bm@irgups.ru

Authors

Morozova Kristina Sergeevna – student of SOD.2-15-1 group, Department of Transport Support Systems, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: kristinasergeevna97@mail.ru

Mironov Boris Mihailovich – Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, the Subdepartment of Automation, Remote Control and Communication, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: mironov_bm@irgups.ru

Для цитирования

Морозова К.С. Измеритель среднеквадратического значения напряжения на основе учебного микропроцессорного стенда SDK-1.1 [Электронный ресурс] / К. С. Морозова, Б. М. Миронов // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. — 2019. — №3. — Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/35-2019>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ. (дата обращения: 30.09.2019)

For citation

Morozova K.S., Mironov B.M. RMS voltage meter based on the training microprocessor stand SDK-1.1 / Young science of Siberia: electronic scientific journal.- 2019, №. 3.- Access mode: <http://mnv.irgups.ru/toma/35-2019>, free. – Title from the screen. – LAIN rus., eng. (appeal date: 30.09./19]