

кодекса установившейся практики, правила физической защиты источников ионизирующего излучения. – Минск, 2012. – 17с.

3. Радиационная защита и безопасность источников излучения: международные основные нормы безопасности, промежуточное издание МАГАТЭ, вена, 2011.

УДК 681.2.08

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ ДАТАЛОГГЕР-САМОПИСЕЦ

Микитевич В.А., Пантелеев К.В., Жарин А.Л.  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Регистрация медленно изменяющихся во времени физических величин является одной из распространенных задач при выполнении различного рода длительных испытаний, проведении длительных технологических процессов в производстве или научных исследований. Существующие аналоговые самописцы обладают рядом существенных недостатков, таких как: большие размеры, сложность конструкции, низкая надежность, наличие расходных материалов, трудность извлечения и обработки полученных результатов, высокая стоимость. Существующие цифровые самописцы обладают высокой стоимостью и не всегда являются универсальными [1].



Рисунок 1 – Универсальный цифровой даталоггер-самописец

Появление на рынке дешевых 32 разрядных микроконтроллеров STM32 с ядром Cortex позволило разработать универсальный цифровой даталоггер-самописец (рисунок 1) с минимальным числом компонентов, обладающий следующими достоинствами: простота конструкции, надежность, простота эксплуатации, низкая стоимость [2]. Основные параметры: количество аналоговых входов – 5, разрядность аналого-цифрового преобразователя – 12 бит, диапазон входного напряжения 0–3,3 В, напряжение питания – одно на выбор: 3,3 В, 5 В или 7–18 В, интервал регистрации – от 1 с до 1 суток, максимальное число записей –  $15 \cdot 10^6$ . Таким образом, универсальный цифровой даталоггер-самописец позволяет непрерывно с интервалом в 1 с регистрировать 5 сигналов в течение 6

месяцев. Также использование встроенных в микроконтроллер и имеющих отдельное питание часов реального времени позволяет записывать дату и время записи регистрируемых сигналов [3]. Кроме того предусмотрено три режима работы: наладочный режим, режим самописца, режим даталоггера. Наладочный режим позволяет произвести настройку даты, времени и интервала записи, а также проанализировать значения измеряемых сигналов (без записи, только индикация на дисплее). Режим самописца позволяет записывать значения входных сигналов и индцировать на дисплее. В режиме даталоггера производится только запись значений сигналов в память, однако при этом достигается наименьшее потребление (во время записи – 50 мА, во время отсчета интервала времени – 4 мкА).

17.08.2017	14:04:43	-	25	14400	1509	2042	1435	1254	1294
17.08.2017	14:14:43	-	26	15000	1469	2037	1424	1222	1273
17.08.2017	14:24:43	-	27	15600	1473	2028	1398	1238	1263
17.08.2017	14:34:43	-	28	16200	1578	2021	1469	1414	1473
17.08.2017	14:44:43	-	29	16800	1640	2019	1564	1502	1556
17.08.2017	14:54:43	-	30	17400	1709	2018	1646	1611	1677
17.08.2017	15:04:43	-	31	18000	1459	2015	1494	1268	1226
17.08.2017	15:14:43	-	32	18600	1569	2010	1513	1415	1438
17.08.2017	15:24:43	-	33	19200	1701	2006	1564	1614	1605
17.08.2017	15:34:43	-	34	19800	1534	2003	1552	1383	1304
17.08.2017	15:44:43	-	35	20400	1619	1998	1596	1496	1542
17.08.2017	15:54:43	-	36	21000	1549	1993	1547	1370	1358
17.08.2017	16:04:43	-	37	21600	1530	1988	1578	1354	1371
17.08.2017	16:14:43	-	38	22200	1538	1986	1627	1365	1519
17.08.2017	16:24:43	-	39	22800	1556	1982	1637	1475	1592
17.08.2017	16:34:43	-	40	23400	1619	1980	1668	1525	1626
17.08.2017	16:44:43	-	41	24000	1616	1981	1682	1465	1541
17.08.2017	16:54:43	-	42	24600	1667	1981	1661	1490	1427
17.08.2017	17:04:43	-	43	25200	1744	1985	1665	1582	1627
17.08.2017	17:14:43	-	44	25800	1781	1990	1696	1592	1604

Рисунок 2 – Пример записи в текстовый файл.

Слева на право: дата, время, порядковый номер записи, время от начала процесса записи (секунды), значения пяти регистрируемых сигналов

Особенностью универсального цифрового даталоггера-самописца является то, что результаты измерений записываются на карту памяти типа SD или micro-SD с файловой системой FAT32 в текстовый файл с расширением txt. Это позволяет легко обработать результаты на любом компьютере независимо от программного обеспечения. Пример записи в текстовый файл представлен на рисунке 2. Также предусмотрена защита данных в случае аварийного отключения питания, а также возобновление работы при повторной подаче питания, что обеспечивает полную автономность работы.

Основные узлы универсального цифрового даталоггера-самописца представлены на

рисунке 3. Главным узлом является микроконтроллер (МК) имеющий в своем составе 12 разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и часы реального времени (ЧРВ). В качестве индикатора используется графический жидкокристаллический индикатор разрешением 84x48 точек. Хранение информации осуществляется на карте памяти (КП). Питание осуществляется непосредственно от внешнего источника (СН), позволяющий питать схему напряжением 5 В или 7–18 В.

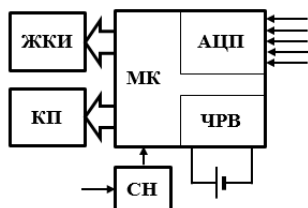


Рисунок 3 – Упрощенная функциональная схема: ЖКИ – жидкокристаллический индикатор; КП – карта памяти; МК – микроконтроллер; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ЧРВ – часы реального времени; СН – стабилизатор напряжения

Область применения универсального цифрового даталоггера-самописца довольно обширна и зависит от применения тех или иных первичных измерительных преобразователей, а также цепей нормирования сигналов. Поэтому измеряемыми величинами могут быть напряжение, ток, сопротивление, температура, давление и др.

Испытания универсального цифрового даталоггера-самописца проведены в полевых условиях при измерении температуры в теплице в 5 различных точках в течение трех недель. В качестве датчиков использовались полупроводниковые терморезисторы, которые были подключены по схеме резистивного делителя напряжения. Питание осуществлялось от аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Температура окружающей среды составляла от +10 °С до +35 °С в зависимости от времени суток. Полученные результаты были перенесены на персональный компьютер и обработаны в табличном процессоре (был проведен пересчет

значений аналого-цифрового преобразователя в значения температуры). Полученные графики изменения температуры в объеме теплицы и температуры грунта в течение суток представлены на рисунках 4 и 5 соответственно. Результаты испытаний показывают работоспособность универсального цифрового даталоггера-самописца в течение длительного времени при колебаниях температуры окружающей среды.

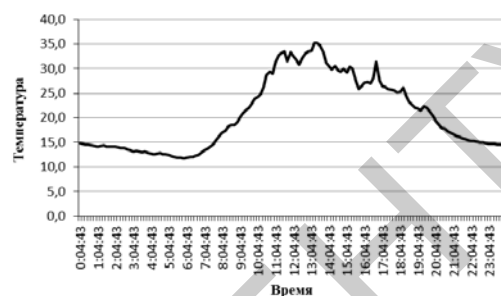


Рисунок 4 – График изменения температуры в объеме теплицы в течение суток

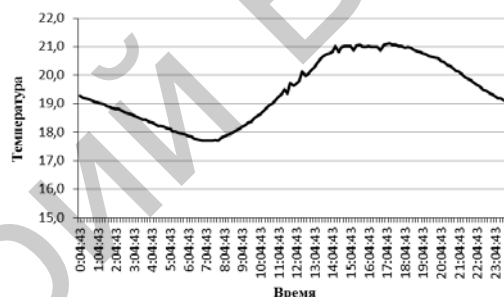


Рисунок 5 – График изменения температуры грунта в течение суток

Применение в дальнейшем универсального цифрового даталоггера-самописца облегчит исследование медленно протекающих процессов, а также ускорит обработку полученных результатов.

1. DataLoggers [Электронный ресурс] / National Instruments., 2017.
2. Микроконтроллеры STM32 «с нуля» [Электронный ресурс] / Compel.ru., 2017.
3. STM32f1-series [Электронный ресурс] / STMicroelectronics., 2017.

УДК 664

## КОМПЛЕКС АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЭКСТРАКТА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Габец В.Л.<sup>1</sup>, Зубеня А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>ОАО «Скидельский сахарный комбинат»

Минск, Республика Беларусь

В производственной лаборатории ОАО «Скидельский сахарный комбинат» установлена автоматизированная система для оптимизации лабораторных анализов, который работает по актуальным стандартам Международной

Комиссии по Единым Методам Анализа Сахара (ICUMSA) [1].

Система осуществляет весь спектр анализов (сырье, промежуточные и конечные продукты) для сахарного производства, а именно - анализ