

чем промышленно выпускаемые приборы. Благодаря своим преимуществам, представленная методика может быть полезна в учебном процессе при изучении таких разделов, как теория колебаний, явления переноса, а также в ряде практических приложений, например при биореологическом анализе крови.

#### Перечень ссылок.

1. И. Агафонов, А. Жданов, Исследование динамики свертывания крови (Blood clotting dynamics study), Конкурс рефератов "Молодежь и наука", сборник материалов, с. 24, Москва 2003
2. Ю.М. Неменова, Методы клинических лабораторных исследований, Москва, «Медицина», 1967
3. А. Г. Жданов, А.П. Пятаков, Измерение динамической вязкости по затуханию колебаний высокочастотного камертона, Физическое образование в ВУЗах, № 4, 2002

## **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Томилин Е.М., ГР. НАП-02,

Руководитель: проф. Чичикало Н.И.

Комплекс приборов ГСП типа КС в комплекте с первичными измерительными преобразователями может применяться для измерения, записи и автоматического регулирования температуры, Э.Д.С. постоянного тока, уровня и т.д. Рассмотрим одну из многоточечных версий на примере потенциометра КСП2. К нему может быть подключено 12 датчиков температуры, в качестве которых могут использоваться термоэлектрические термометры типа ТХК с диапазоном измерения 0 - 100 °С. В интересующем нас диапазоне измерения основная погрешность показаний составит не более чем  $\pm 0.5$  °С.

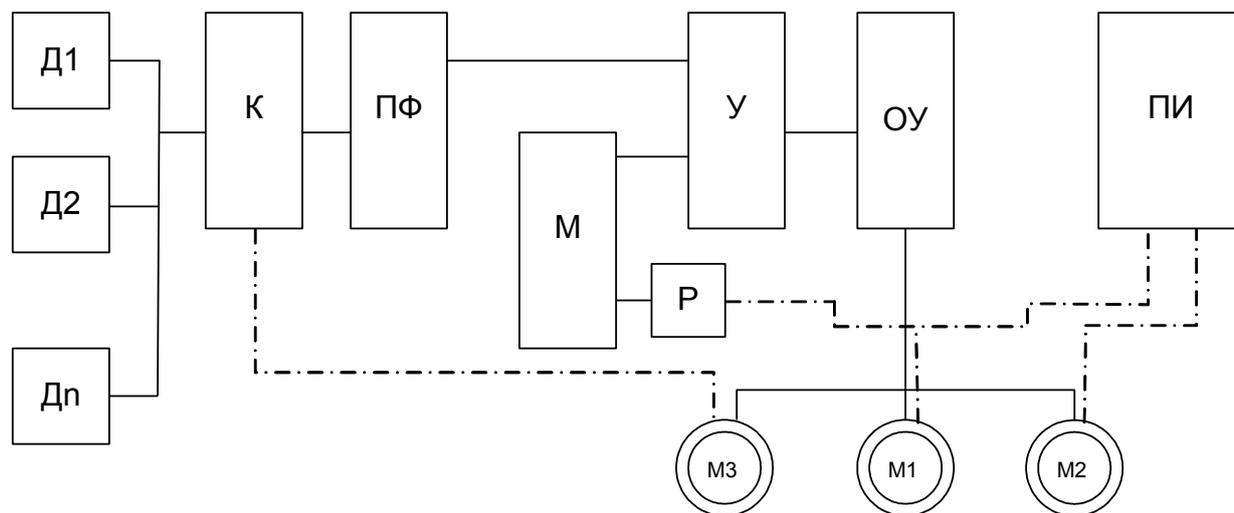


Рисунок 1 - Структурная схема КСП2

Здесь Д - датчик; К - коммутатор; ПФ - пассивный фильтр; М - измерительный мост; У - усилитель; ОУ - обмотка управления; ПИ - пишущий индикатор; М - сервомотор; Р - реохорд.

Цифровой инфракрасный термометр для измерения температуры тела в области лба FR 1DM1 предназначен для периодического контроля и измерения температуры человеческого тела в домашних условиях. Преимущества прибора: малые габариты: 122x42x43, малый вес: 48 г (с элементом питания), малое время измерения температуры: 1с. Однако данное устройство также не удовлетворяет условиям задачи, т.к. погрешность измерения составляет  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  для диапазона от  $36$  до  $39^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,4^{\circ}\text{F}$  от  $96,8$  до  $102,2^{\circ}\text{F}$ ).

Электронный экспресс-термометр для измерения температуры тела в ушной раковине FTI MEDISANA предназначен для измерения температуры тела в домашних условиях. Время, за которое он измеряет температуру также мало: 1с. Диапазон измерения равен  $34^{\circ}\text{C} - 42,2^{\circ}\text{C}$  ( $93,2^{\circ}\text{F} - 108,0^{\circ}\text{F}$ ). Погрешность измерения:

- при температуре тела  $36^{\circ}\text{C} - 39^{\circ}\text{C}$  ( $98^{\circ}\text{F} - 102^{\circ}\text{F}$ ) равна  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,4^{\circ}\text{F}$ );
- при температуре тела ниже  $36^{\circ}\text{C}$  ( $98^{\circ}\text{F}$ ) или выше  $39^{\circ}\text{C}$  ( $102^{\circ}\text{F}$ ) равна  $+ 0,3^{\circ}\text{C}$  ( $+0,5^{\circ}\text{F}$ ).

Рассмотрим способ снижения погрешности датчика до сотой доли градуса. Как видим, ни один из представленных приборов не обладает

требуемой точностью. Эту проблему можно решить с помощью интеллектуальных датчиков фирмы Dallas Semiconductor. Для начала опишем методики повышения разрешающей способности датчиков. Начнем с самого простого - DS18B20: здесь доли градуса представляются в виде 1/16 доли. А т.к. отображение такого числа на индикаторе невозможно, то его необходимо преобразовать до десятых. Сделать это можно по следующей формуле:

$$\text{TEMPERATUR E} = t_{\text{целое}} + t_{1/16}/16 \quad (1)$$

где  $t_{\text{целое}}$  - целочисленное значение температуры преобразованное к типу "с плавающей точкой";  $t_{1/16}$  - отделенное дробное значение температуры в типе "с плавающей точкой". В результате - получаем значение температуры с разрешением до десятых долей градуса.

Для датчиков DS18S20 и DS1820 процедура более сложная. По умолчанию данные датчики имеют разрешение в полградуса. И чтобы получить более высокое разрешение - приходится оперировать внутренними регистрами АЦП датчика. Эти значение можно рассчитать по формуле:

$$\text{TEMPERATUR E} = \text{TEMP\_READ} - 0.25 + \frac{\text{COUNT\_PER\_C} - \text{COUNT\_REMAIN}}{\text{COUNT\_PER\_C}} \quad (2)$$

где COUNT\_PER\_C и COUNT\_REMAIN - содержимое внутренних регистров АЦП.

Для датчиков DS1821 используется похожая формула, но принцип считывания внутренних регистров совершенно иной и градация температурного регистра - единицы градуса, поэтому - в формуле есть соответствующие отличия:

$$\text{TEMPERATUR E} = \text{TEMP\_READ} - 0.5 + \frac{\text{COUNT\_PER\_C} - \text{COUNT\_REMAIN}}{\text{COUNT\_PER\_C}} \quad (3)$$

Разрешающая способность для данного датчика - сотые доли градуса.

Нижче представлені структури і схеми підключення датчиків фірми Dallas Semiconductor

DS1820 состоит из ПЗУ с уникальным идентификационным номером, контроллера MicroLAN, температурного датчика и двух регистров для хранения верхнего и нижнего порогов температуры (рис. 2).

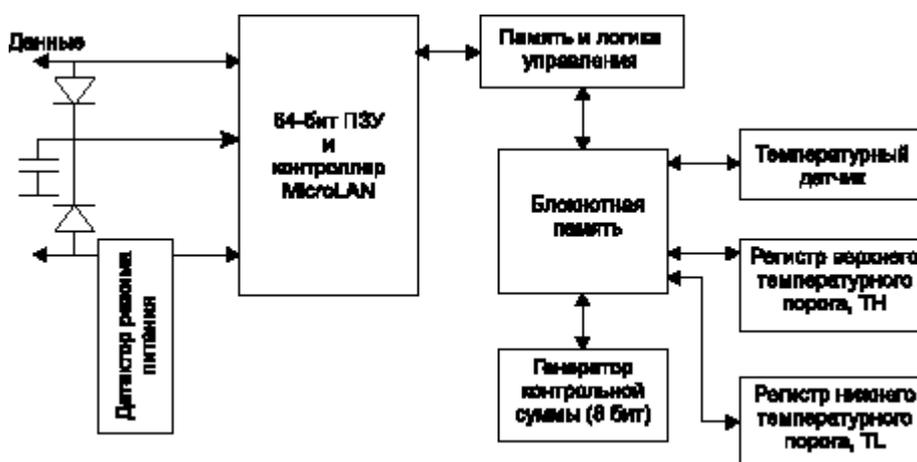


Рисунок 2 - Блок-схема цифрового термометра DS1820

Термометр не содержит внутреннего источника, а использует “паразитное” питание от однопроводной шины. Однако при измерении температуры и записи данных в ЭППЗУ ток потребления микросхемы превышает 1 мА, в то время как максимальный ток, который может обеспечить ведущий шины с помощью нагрузочного резистора 1,5...5 кОм, составляет 3,3...1 мА. Противоречие разрешается или подключением внешнего источника питания или питанием по сети, но с заменой нагрузочного резистора на низкоомный открытый ключ, который на время преобразования температуры и записи данных в ЭППЗУ подаёт на однопроводную шину напряжение питания +5 В. Микросхема имеет встроенный детектор используемого режима питания. Схема подключения DS1820 приведена на рис. 3.

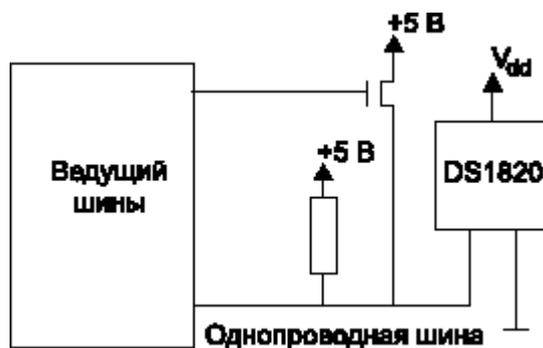


Рисунок 3 - Питание DS1820 с использованием ключа на основе полевого транзистора

Применение внешнего источника питания ускоряет преобразование температуры, поскольку от ведущего шины не требуется ожидания в течение максимально возможного времени преобразования. В этом случае все приборы DS1820, расположенные на шине, могут выполнять преобразование температуры одновременно и во время обмена данными шины MicroLAN.

После завершения преобразования полученное значение сравнивается с величинами, хранящимися в регистрах TH и TL. Если измеренная температура выходит за установленные пределы, устанавливается сигнальный “флаг” (впрочем, его установка производится после каждого измерения). При установленном “флаге” DS1820 отвечает на команду “Поиск сигнала”. Это позволяет быстро идентифицировать точку с отклонениями температуры свыше допустимых пределов и сразу считать показания соответствующего термометра. Если команда “Поиск сигнала” не применяется, регистры TH и TL могут быть использованы как регистры общего назначения.

На основании изложенного выше предлагается структурная схема многоканального прибора контроля температуры повышенной точности. В данном приборе используются интеллектуальные датчики в интегральном исполнении, на выходе которых имеется цифровой, линеаризованный сигнал. Он подаётся на коммутатор, а затем на нормирующий преобразователь, который обеспечивает установку «0» и приведение его к заданному диапазону. После этого сигнал подаётся на устройство унификации, микропроцессор и цифровое устройство отображения информации. Коммутатор, нормирующий

усилитель и устройство унификации управляются с помощью микропроцессора.

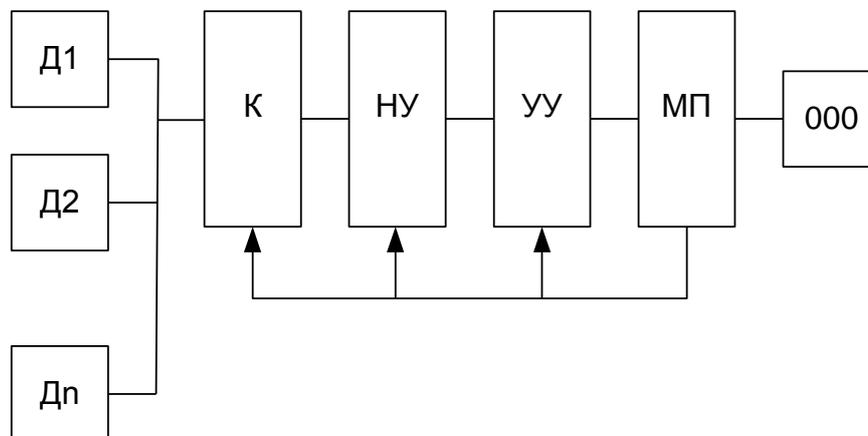


Рисунок 4 - Структурная схема многоканального прибора контроля температуры повышенной точности

Здесь ИД – интеллектуальный датчик; К – коммутатор; НУ – нормирующий усилитель; УУ – устройство унификации сигнала; МП – микропроцессор.

Интеллектуальные датчики в интегральном исполнении дают лучшие по сравнению с дискретными элементами результаты измерений. Они имеют набор встроенных устройств, включая АЦП. На выходе таких датчиков мы имеем цифровой, линеаризированный сигнал.

#### Перечень ссылок

1. Ракович Н.Н. Основы построения сетей MicroLAN // Chip News. — 2000. — № 6. — С. 14–17.;
2. Материалы с сайтов: [www.atmel.com](http://www.atmel.com), [www.dalsemi.com](http://www.dalsemi.com), [www.analog.com](http://www.analog.com), автор проекта: Александр Квашин, E-mail: [kan@galex.ru](mailto:kan@galex.ru), <mailto:kan35@yandex.ru>, «Телесистемы» Микроэлектронные проекты\_Квашин Александр\_Цифровой термометр (продолжение);
3. Журнал Chip News – Украина, e-mail: [info@chipnews.com.ua](mailto:info@chipnews.com.ua), E-mail: [chip@by.rainbow.com](mailto:chip@by.rainbow.com)