

**Библиографический список**

1. Болотов А.Г., Беховых Ю.В, Семёнов Г.А. Определение теплофизических свойств капиллярно-пористых тел импульсным методом с использованием технологии визуального программирования // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – С. 37-40.

2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

3. Архангельская Т.А. Закономерности пространственного распределения температуры почв в комплексном почвенном покрове: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2008. – 50 с.

4. Макарычев С.В. Теплофизические свойства почв Юго-Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1993. – 34 с.



УДК 631.436

А.Г. Болотов

**ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ 1-WIRE**

*Ключевые слова:* температура почвы, датчик температуры, 1-Wire сеть, многоточечный измеритель температуры почвы.

**Введение**

Одним из основных факторов, определяющих функционирование и продуктивность агроэкосистем, является температура почвы. При исследовании вариабельности температурного режима почвенного покрова возникает необходимость синхронного измерения температуры на одинаковых глубинах в разных точках экспериментального участка, разнесенных на значительном расстоянии. Применение традиционных методик и приборов накладывает ограничение по времени перемещения экспериментатора от одной точки к другой, при этом температура, особенно верхних слоев, может измениться.

Одним из способов решить эту проблему является применение технологии 1-Wire, которая в настоящее время получила широкое распространение в различных сферах. Оптимальные метрологические характеристики, удачное аппаратно-конструктивное решение, возможность объединения в распределенную сеть на фоне доступной цены делают привлекательным применение цифровых датчиков при измерениях температуры почвы в полевых условиях.

1-Wire-net представляет собой информационную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну линию данных и один возвратный провод. Таким образом, для реализации среды обмена этой сети могут быть применены доступные кабели, содержащие незэкранированную витую пару и даже обычный телефонный провод. Такие кабели при их прокладке не требуют нали-

чия какого-либо специального оборудования, а ограничение максимальной длины однопроводной линии регламентировано разработчиками на уровне 300 м [1].

В качестве датчиков температуры были выбраны микросхемы DS18B20 фирмы Maxim [2] как наиболее совершенные. Микросхема преобразует температуру в цифровой код, не требует калибровки и позволяет измерять температуру окружающей среды от -55 до +125°C. В интервале -10...+85°C производитель гарантирует абсолютную погрешность измерения не хуже ±0,5°C. Каждый экземпляр микросхемы имеет уникальный номер, что позволяет подключать к одной линии практически любое число таких приборов. Ограничивающими факторами является в основном только общее время, затрачиваемое на последовательный опрос всех датчиков, подключенных к сети, и мощность источника питания.

**Целью исследования** являлось изучение возможности применения технологии 1-Wire для синхронного измерения температуры на одинаковых глубинах в разных точках экспериментального участка, разнесенных на значительном расстоянии. Учитывая достоинства 1-Wire технологии, была поставлена **задача** по разработке и созданию многоточечного измерителя температуры почвы в полевых условиях.

**Объект и методы исследований**

Объектом исследований были цифровые датчики температуры DS18B20 фирмы Maxim [2]. Предметом исследования служило создание полевого многоточечного измерителя температуры почвы на основе 1-Wire интерфейса.

**Результаты исследований**

Датчики температуры DS18B20, объединенные в 1-Wire сеть, расположены в низкотеплопроводной ПВХ трубке (зонде), заполненной теплоизоляционным материалом. Для обеспечения теплового контакта фронтальная сторона датчика находится снаружи зонда. Количество датчиков зависит от глубины исследуемого почвенного профиля и составляет пять, семь или девять штук для двадцатисантиметрового, одно- и двухметрового слоя соответственно. Число подключенных температурных датчиков прибор определяет автоматически.

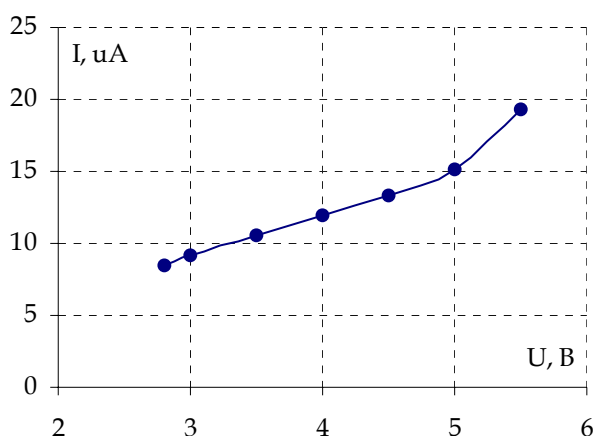


Рис. 1. Зависимость тока потребления от напряжения питания прибора в режиме сохранения энергии

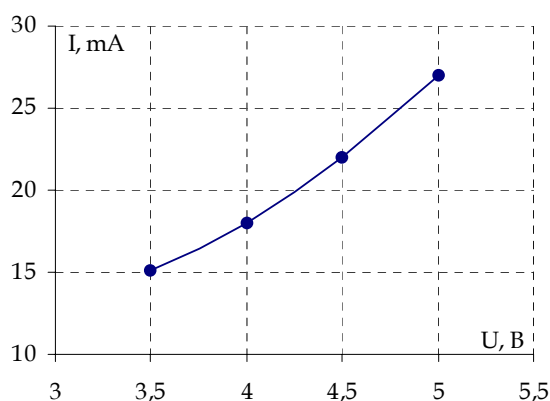


Рис. 2. Зависимость тока потребления от напряжения питания прибора в рабочем режиме

В качестве источника питания использованы аккумуляторы с напряжением 4,8 В (4 шт./1,2 В). Для уменьшения энергопотребления прибор основную часть времени находится в режиме сохранения энергии, потребляемый ток в котором равняется 15  $\mu$ A при напряжении питания 4,8 В (рис. 1). В рабочем состоянии прибор находится несколько миллисекунд, для того чтобы запустить процесс преобразования температура-код и считать эту информацию в

микроконтроллер с выдачей на жидкокристаллический индикатор. При этом потребляемый ток равняется 26 mA при напряжении питания 4,8 В (рис. 2).

Считывание информации с датчиков происходит начиная с младших серийных номеров к старшим, по мере их возрастания, поэтому при изготовлении зондов датчики располагаются в таком же порядке. Такой подход упрощает использование прибора, не требуя дополнительной идентификации датчиков в процессе эксплуатации. При использовании нескольких зондов одновременно, а также при добавлении новых зондов в устройстве предусмотрены дополнительные цифровые входы, позволяющие автоматически переключать зонды, не задумываясь об их взаимозаменяемости и повторяемости. Работой датчиков и жидкокристаллического индикатора WH0802A фирмы Winstar [3] управляет 8-разрядный AVR-микроконтроллер ATmega8 производства фирмы Atmel [4].

Время измерения температуры с одного зонда, состоящего из девяти датчиков, составляет около 5 сек. Разрешающую способность преобразования температуры можно выбирать из следующего ряда значений: 0,5; 0,25; 0,125 и 0,0625 $^{\circ}$ C. Погрешность измерения температуры почвы не превысила  $\pm 0,2^{\circ}$ C в диапазоне +10...+60 $^{\circ}$ C.

**Выводы**

1. Технология 1-Wire позволяет значительно упростить разработку и создание приборов многоточечного мониторинга почвенных температур в полевых условиях.
2. Использование датчиков температуры DS18B20 позволяет достичь оптимальных метрологических параметров при доступной цене.
3. Разработанный измеритель температуры почвы на основе 1-Wire интерфейса позволяет существенно расширить возможности исследования вариативности температурного режима почв.

**Библиографический список**

1. Что такое 1-Wire? // <http://www.elin.ru/1-Wire/?topic=whatis>.
2. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer.- <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18B20.pdf>.
3. 8x2 Character WH0802A // [http://www.winstar.com.tw/products\\_detail.php?CID=17](http://www.winstar.com.tw/products_detail.php?CID=17).
4. 8-bit AVR with 8K Bytes In-System Programmable Flash ATmega8 // [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2486.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf).