

## ЦИФРОВОЙ ПОРТАТИВНЫЙ ГИГРОМЕТР-ТЕРМОМЕТР С БЕСПРОВОДНЫМ РАДИОИНТЕРФЕЙСОМ

Здоровцев С.В., Кузнечиков А.Ф., Кушнеров Д.П., Шевченко А.В.

В настоящее время широкое распространение получили беспроводные регистраторы микроклимата (абсолютной температуры, относительной влажности, атмосферного давления. Такие приборы предназначены для контроля и документирования хода технологических процессов на производственных предприятиях и складах, в частности в фармацевтической, медицинской и пищевой промышленности, где требуется контроль товаров, чувствительных к параметрам окружающей среды.

В работе представлены результаты разработки цифрового портативного гигрометра-термометра (ГТЦ), предназначенного для измерения параметров окружающей среды: абсолютной температуры, относительной влажности, атмосферного давления с возможностью определения точки росы и беспроводной передачи данных за счет использования внешнего радиointерфейса.

Структурная схема ГТЦ представлена на рисунке 1

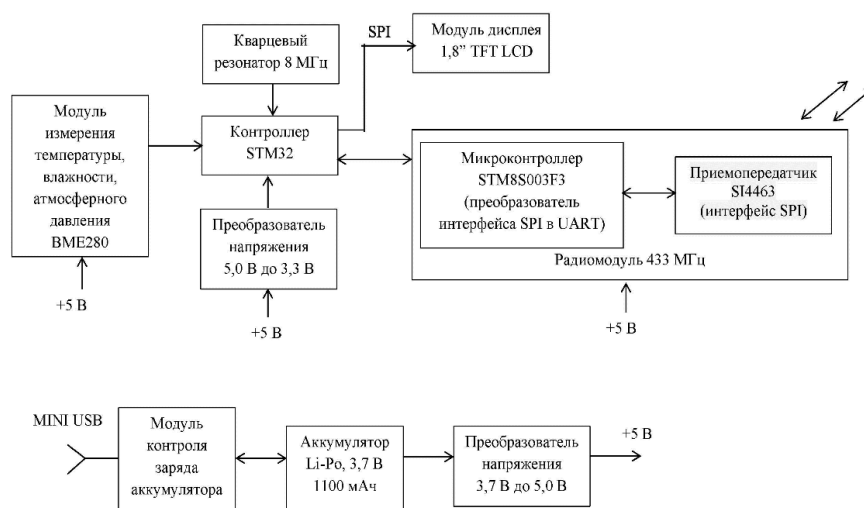


Рисунок 1 – Структурная схема ГТЦ

В качестве датчика температуры, относительной влажности, атмосферного давления использована цифровая микросхема BMP280, обеспечивающая измерение температуры в диапазоне от  $-40$  до  $+85$  °С, относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 100 %, атмосферного давления в диапазоне от 300 до 1100 ГПа.

Для отображения значений измерительной информации применен ЖК-дисплей 1,8 Inch ST7735 TFT LCD, работающий под управлением микроконтроллера ST7735S. Для обработки измерительной информации использован микроконтроллер STM 32F103C8T6. Обмен данными между прибором и удаленным ПК осуществляется по протоколу беспроводной радиосвязи. С этой целью в ГТЦ встраивается радиомодуль, использующий технологию беспроводной передачи данных LPD или LoraWAN, в зависимости от назначения использования прибора. Электропитание ГТЦ производится от встроенного аккумулятора Li-Po, 3,7В, 1100мАч.

На рисунке 2 представлен внешний вид разработанного прибора, который состоит из блока регистрации данных и измерительного зонда, подключаемого к прибору напрямую или через удлинительный кабель.



Рисунок 2 – Внешний вид ГТЦ

В составе прибора имеются таймер текущего времени и даты, звуковая и визуальная сигнализация, которая включается при отклонении измеренных параметров от заданных значений, а также индикатор разряда батареи.

Прибор обеспечивает возможность запоминания и хранения результатов измерений в ячейке памяти с последующим выводом запомненных данных на ПК с использованием беспроводного (радиоканал) интерфейса. Наличие беспроводного интерфейса дает возможность выполнять дистанционный мониторинг состояния окружающей среды в реальном времени, за счет передачи результатов измерений по беспроводному каналу радиосвязи на удаленный модем или базовую станцию на расстояние до 3000 м, в зависимости от используемого радиомодуля.

При подключении модема или базовой станции к сети Интернет полученные данные могут быть переданы на облачный сервер, на котором формируется база данных по результатам измерений. С этой целью разработано прикладное программное обеспечение и создан специальный информационно-измерительный сайт, на котором производится регистрация данных, переданных на облачный сервер, с отображением результатов в числовой, графической и табличной формах с возможностью формирования электронных отчетов (рисунок 3). Доступ пользователей к базе данных облачного сервера осуществляется через установленные логин и пароль.

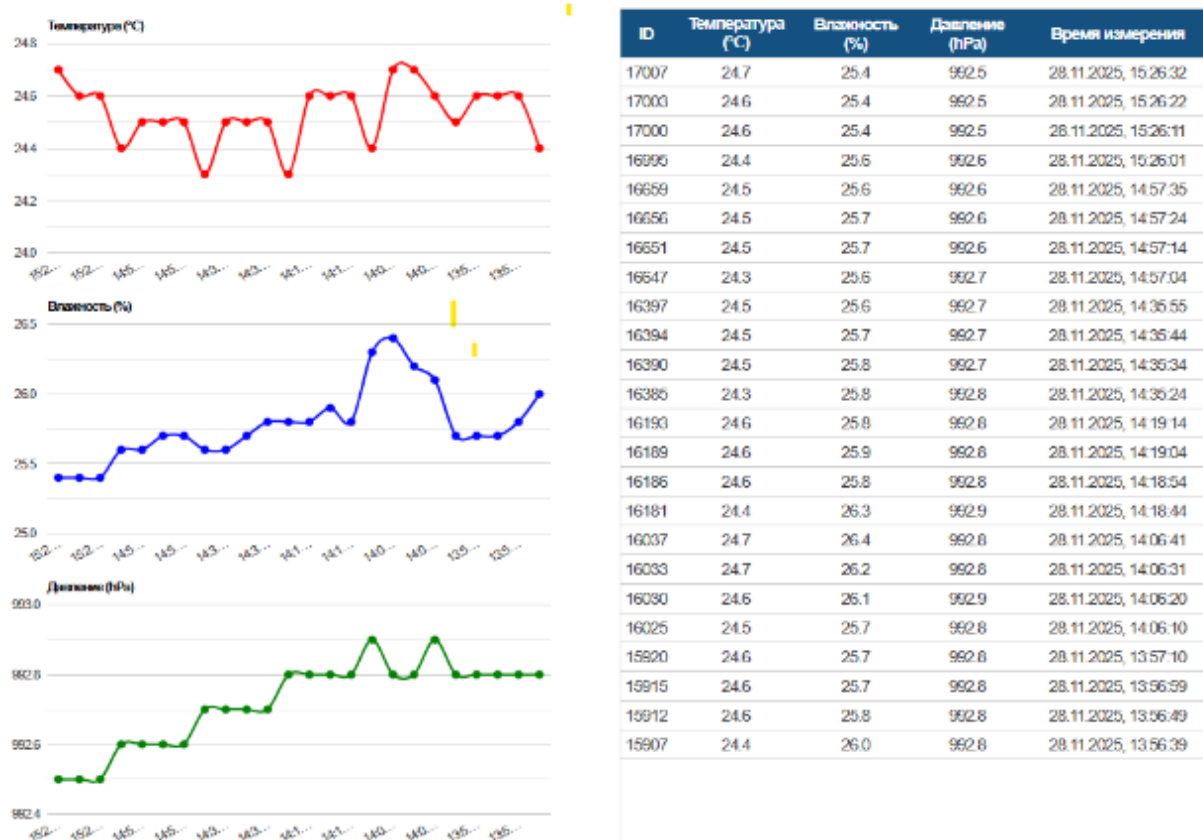


Рисунок 3 – Пример регистрации данных, переданных на облачный сервер, в числовой, графической и табличной формах

Пользователям предлагаются различные опции (модификации) прибора в зависимости от решаемых задач. Возможна адаптация изделия под требования заказчика.

В таблице 1 приведены основные технические параметры ГТЦ в зависимости от модификации

Таблица 1

## Технические параметры модификаций (опций) ГТЦ-3

Наимевание характеристики	ГТЦ-3	ГТЦ-3/1	ГТЦ-3/2	ГТЦ-3/3
Диапазон измерения температуры °С	от - 40 до +85	от - 40 до +85	от - 40 до +85	от - 40 до +85
Погрешность измерения температуры °С	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Диапазон измерения отн. влажности, %	от 0 до 98	от 0 до 98	от 0 до 98	от 0 до 98
Погрешность измерения отн. влажности, %	±3,0	±3,0	±3,0	±3,0
Диапазон измерения атм. давления, гПа		от 300 до 1100	от 300 до 1100-	от 300 до 1100
Погрешность измерения атм. давления, гПа		±1,0	±1,0	±1,0-
Расчет и отображение точки росы	есть	есть	есть	есть
Съемный зонд с удлинителем	есть	есть	есть	есть
Звуковая и визуальная индикация отклонения измеренных параметров от заданных значений	есть	есть	есть	есть
Таймер текущего времени и латы	есть	есть	есть	есть
Память	внутренняя 10 000 записей	внутренняя 10 000 записей	внутренняя 10 000 записей	внутренняя 10 000 записей
Определение max. и min. значений	есть	есть	есть	есть
Экран	TFT Display Shield 1.8"	TFT Display Shield 1.8"	TFT Display Shield 1.8"	TFT Display Shield 1.8"
Дополнительные устройства связи	нет	нет	Радиомодуль 433/868 МГц -	Радиомодуль 2,4 ГГц
Дальность связи с базовой станцией			до 3000 м-	до 100 м
Электропитание	аккумулятор 3,7 В 1100 А/ч адаптер (USB)	аккумулятор 3,7 В 1100 А/ч адаптер (USB)	аккумулятор 3,7 В 1100 А/ч адаптер (USB)	аккумулятор 3,7 В 1100 А/ч адаптер (USB)
Габариты/масса, мм/кг	170x78x26 / 0,3	170x78x26 / 0,3	170x78x26 / 0,3	170x78x26 / 0,3

## Контакты:

Здоровцев Сергей Васильевич

Тел. сл.+375 17 2700247; тел. моб. +375 29 6728894

E-mail: [zgk@mnipi.by](mailto:zgk@mnipi.by)