

Синтез на електронна система за мониторинг на параметрите на климатичните елементи на почвата

Цветомир Гоцов, Анелия Манукова

Synthesis of electronic soil climate monitoring system: The aim of the article is to explain meaning of climate elements and soil parameters monitoring system. Air temperature, relative humidity and specific soil parameters such as soil temperature, volume water content are some of the key indicators in the process. The data is present in web based user interface.

Key words: Air, Soil, Temperature, Relative Humidity, Wind Speed, Wind Direction, ARM, Ehternet,

ВЪВЕДЕНИЕ

Климатичните промени са само част от проблемите при обработката на почвите. Има криза в производството на храни и фуражи, в баланса на земеделското производство, кризата с енергийните източници се отразява, защото една голяма част от земята се използва за производство на енергийни култури. Съществува криза и по отношение на природните ресурси. Към нея спадат изчезващото биоразнообразие, намаляващото плодородие на почвата, намаляващите водни ресурси. Това са само част от проблемите пред земеделските производители. Разработването на електронна система за мониторинг на състоянието и качеството на почвата в обработваемите зони би подпомогнала земеделските производители чрез качествени и достоверни сведения за потенциалното плодородие на земите им.

Първичната цел на специализирана система за мониторинг на състоянието и качеството на почвата в обработваемите зони се състои в това, да се достигне качествена оценка с минимални разходи на енергия и капитал.

Електронната специализирана система за оценка на плодородието на почвите е актуална задача при съвременната обработка на земеделските земи. Създаването на мрежа от опорни точки с определена гъстота, съобразена с типа на земеползване и характера на почвената покривка е част от изграждането на база данни за състоянието на обработваемите земи и почви на територията на страната. От 2009г. има национална политика свързана с мониторинга и опазването на почвите в България [1]. В наредба №4 от 12 януари 2009г издадена от Министерство на околната среда и водите се поставят задачите пред изграждането на национална система за мониторинг на почвите. Националната система за мониторинг на почвите е организирана на три нива:

Първо ниво – широкомащабен мониторинг и включва наблюдения в равномерно разпределена мрежа;

Второ ниво – интензивен мониторинг на локално проявени процеси и включва наблюдение на процесите по чл.12 ЗП;

Трето ниво – мониторинг на локални почвени замърсявания и включва наблюдение на процеси по чл.20 ЗП

Националната система за мониторинг на почвите включва:

- Схеми за мониторинг на почвите;
- Индикатори за анализ и оценка на състоянието на почвите и тяхното изменение;
- Информационна система за състоянието на почвите и тяхното изменение.

Схемите за мониторинг на почвите се разработват по нива на наблюдение и включват:

- Пунктове и/или полигони на наблюдение;
- Параметри на наблюдение;
- Периодичност на наблюдение;
- Метод за вземане на почвени проби;

- Метод за анализ на почвени проби;
- Контрол качество на данните;
- Формуляр за събиране на първични данни за пункта;
- Технически системи за пробовземане и анализ;
- Логистика на процеса.

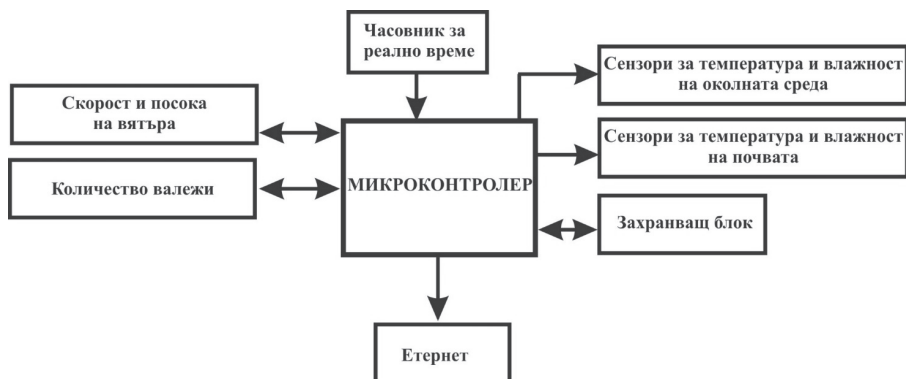
В сравнение със системите за наблюдение и контрол на състоянието на атмосферния въздух и водите, почвения мониторинг е сравнително ограничен и не достатъчно разработен. Почвите представляват по-малко динамична и по-добре изразена буферна система. Същевременно, почвите варират пространствено и по дълбочина, което налага специфична система на пробовземане. Почвения мониторинг е системно наблюдение, оценка и прогноза на изменението на качеството на почвата от дадена територия във времето като резултат на антропогенна дейност и природните процеси [2].

Целта на настоящата статия е да представи съвременен метод за изграждане на автономна метеорологична станция за мониторинг на климатични елементи на атмосферата и някои показатели специфични за почвата като температура и относителна влажност на почвата.

СИНТЕЗИРАНЕ НА СТРУКТУРНА СХЕМА ЗА МОНИТОРИНГ НА СЪСТОЯНИЕТО И КАЧЕСТВОТО НА ПОЧВАТА

Чрез изграждане на специализирана система за автономно измерване и мониторинг на почвата, може надеждно, без високи разходи за поддръжка да се правят анализи. Съвременните технологии позволяват лесна и удобна връзка между полево устройство и персонален компютър. Етернет като комуникация дава достъпа до безграничната инфраструктура на интернет. Също така не маловажно е високата ефективност при обработка на данните, опростената свързаност и възможността за връзка с корпоративни бази данни.

Минималната конфигурация на полево устройство за мониторинг е: първични преобразуватели, захранващ източник и микроконтролер, контролиращ и преобразуващ информацията (фиг.1).



Фиг.1. Блокова структура на електронна система за измервания с включени първични преобразуватели

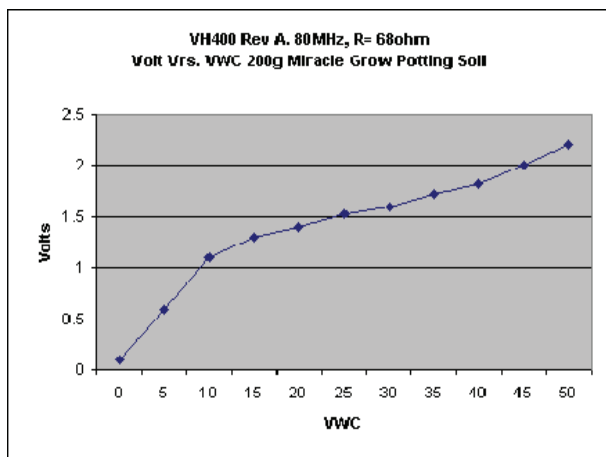
ОБОСНОВКА НА ИНТЕЛИГЕНТНИ СЕНЗОРИ

За измерване на температура на околната среда и почвата е удобно и целесъобразно употребата на полупроводникови сензори с интерфейс за връзка с

микроконтролер. Надежно, доказало се във времето и икономично решение е употребата на DS18B20. Връзката с микроконтролера се осъществява чрез one-wire interface. Точността на измерването е $0,5^{\circ}\text{C}$ с програмируема резолюция в интервала $9...12$ бита, което съответства на температурен интервал $0,5^{\circ}\text{C}$ и $0,0625^{\circ}\text{C}$.

Измерването на относителната влажност на въздуха става чрез capacitивен метод с MEMS сензор HTS221. Връзката с микроконтролера е SPI интерфейса. Точността на сензора е $4,5\%$ в интервала $20...80\%$ относителна влажност.

Относителна влажност на почвата се измерва, чрез ВЧ сензор VH400 на Vegetronix (фиг.3). VH400 представлява сонда, влияеща се от диелектричната проникваемост на почвата, респективно от съдържанието на вода в нея. Сензорът има аналогов изход в диапазона $(0...3)\text{V}$. Основното предимство на сензора спрямо класическите методи с гипсови блокчета е времето за бърза реакция при измерването под 1s . Както гипсовите блокчета, така и този метод се характеризира с ниска цена на измерването. Зависимостите на преобразователя е зададен с кривата от фиг.2. Зависимостта показва връзката между изходното напрежение и обемно съдържание на вода (VWC) [3].



Фиг.2. Зависимост на изходното напрежение на сензор VH400 от обемно съдържание на вода



фиг.3. Сензор VH400

Таблица 1

Полиноми за апроксимация

Граници на напрежението	Полином на апроксимация
$(0...1,1)\text{V}$	$\text{VWC} = 10 \cdot \text{V} - 1$
$(1,1...1,3)\text{V}$	$\text{VWC} = 25 \cdot \text{V} - 17,5$
$(1,3...1,82)\text{V}$	$\text{VWC} = 48,08 \cdot \text{V} - 47,5$
$(1,82...2,2)\text{V}$	$\text{VWC} = 26,32 \cdot \text{V} - 7,89$

където VWC е обемно съдържание на вода, V е напрежение на изхода на сензора.

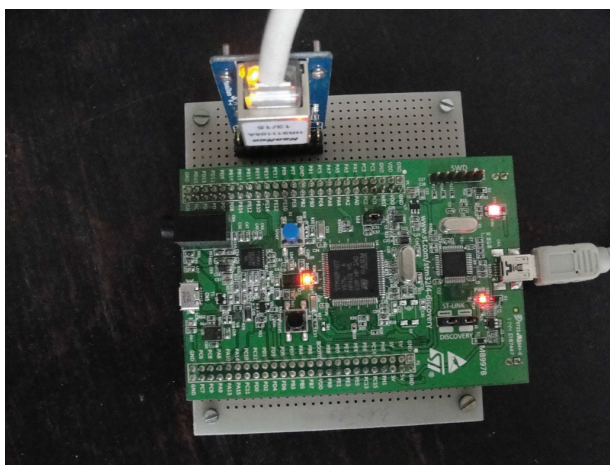
Зависимостта е силно нелинейна и е необходимо да се апроксимира до

линейна в няколко участъка. Според препоръките на фирмата производител тези участъци са: (0...1,1)V; (1,1...1,3)V; (1,3...1,82)V и (1,82...2,2)V. Полиномите за съответните участъци са изведени в табл.1. Точността на измерване е до 2%.

Освен измерванията като физическа информация, е много важно да се регистрира кога във време се е случило дадено събитие. Към общата система с измервания, паралелно работи и часовник за реално време. С негова помощ, всяко измерване е придружено с точна дата и час. Часовника за реално време е DS 1307 на фирмата Maxim. Комуникацията с микроконтролера е по I2C шина. На модул има монтирана Li-ion батерия, която поддържа паметта на часовника, през времето през което не е подадено захранване към цялостната система.

РЕЗУЛТАТИ

Изградено е полево устройство на базата на STM32F407 Discovery фиг.4. С CooSox като Integrated Development Environment за ARM архитектура контролери е прекомпилиран и инсталиран lwIP stack. STM32F407 притежава 32 битов ARM Cortex M4 процесор. Тази фамилия процесори подържат 10/100 Ethernet MAC.



Фиг.4 STM32F407 Discovery с включен Етернет като полево устройство

Чрез DP83848 се осъществява PHY слоя от OSI модела. Захранването на цялостната система е 5V, което придава мобилност на системата, чрез акумулаторно захранване. Бъдещата работа е насочена по вмъкване на математическия модел в микроконтролера и изграждане на алгоритми за системно измерване на основни показатели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представена е полева система за мониторинг на климатични елементи съставляващи климата и почвите. Основни предимства са ниска себестойност, нисък разход на енергия и мобилност. Стандартната комуникация като Етернет и включените в него протоколи, дават възможност за връзка с много стандартни програми за изследване и моделиране. Стандартно измерванията се представят в html страница, но има възможност и в CSV файл. Чрез употреба на съвременни микроконтролери, разполагаме с голяма изчислителна мощ на ниска цена. Голямо преимущество в съвремените системи за измерване е употребата на MEMS (Microelectromechanical systems), пред конвенционалните обемни сензори. Чрез

високата степен на интеграция на MEMS сензорите, получаваме измервания с нисък разход на енергия, възможност за повече по вид измервания на единица обем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Наредба № 4 от 12 януари 2009г. за мониторинг на почвите.
- [2] Динев Н. “Екологичен мониторинг и ремедиционни стратегии при замърсени с тежки метали почви”. Автореферат. Институт по почвознание „Н.Пушкарров“, София
- [3] Krastev K., Gotsov Ts., Manukova-Marinova A., Embedded System for Measurements and Data Acquisition with Web Interface Based on ARM Processors, Annual journal of ELECTRONICS, Technical University of Sofia, 2014, стр.204-207
- [4] Doug Abbott. Linux for Embedded and Real-time Applications, 2003, Newnes.
- [5] Dan Eisenreich, Brian DeMuth. Designing Embedded Internet Devices. 2003, Newness.
- [6] LwIP TCP/IP stack demonstration for STM32F4x7 microcontrller, application note, ST.
- [7] P. Mitros, K. Afridi, G. Sussman, C. Terman, J. White, L. Fischer, and A. Agarwal, “Teaching Electronic Circuits Online: Lessons from MITx’s 6.002x on edX,” in International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS). Beijing, China: IEEE, May 2013.
- [8] J. C. Jensen, E. A. Lee, and S. A. Seshia, “Teaching Embedded Systems the Berkeley Way,” in Workshop on Embedded Systems Education (in conjunction with ESWeek), Tampere, Finland, October 2012.
- [9] R. Smith. Open dynamics engine. [Online]. Available: <http://ode.org>
- [10] Massachusetts Institute of Technology (MIT), “The iLab Project,” Last accessed: March 2013. [Online]. Available: <https://wikis.mit.edu/>
- [11]<http://www.vegetronix.com/>

За контакти:

Маг. инж. Цветомир Гоцов, катедра „Електроника“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082-888 682, e-mail: tgotsov@uni-ruse.bg

Доц. д-р инж. Анелия Манукова, катедра „Електроника“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: (082) 888 366, e-mail: amanukova@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.