

В описанной системе используется открытый протокол ModBUS взаимодействия по сети с шинной архитектурой на базе интерфейса RS-485 [3, 5]. Это способствует специалисту, владеющему объектно-ориентированным и системным технологиями программирования, генерировать новые модели производств путем разработки собственных алгоритма и пользовательского интерфейса программы сбора данных и дистанционного управления [3, 6].

Разработанные программно-технические средства, обладающие гибкостью при создании новых моделей АСУ технологическими процессами и производствами, позволяют подготовить квалифицированного технического специалиста по автоматизации, глубоко владеющего принципами и законами функционирования отдельных узлов и системы в целом, имеющего четкое представление о векторах и траекториях информационных потоков, в частности, о направлениях движения потоков данных и команд, и распределении принятия решений в современных системах автоматизации, диспетчеризации и телемеханики.

Разработанные программно-технические средства внедрены в учебный процесс по дисциплине «Монтаж, эксплуатация и диагностика систем автоматизации» специальности 1-53 01 01-09 «Автоматизация технологических процессов и производств (сельское хозяйство)».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Учебный стенд диагностики микропроцессорных систем [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.bafu.edu.by/content/uchebnyi-stend-diaagnostiki-mikroprotessornykh-sistem>. – Дата доступа: 18.10.2011.
2. Галушко, Е.В. Технология создания электронной системы комплексного тренажёра энергонасыщенной сельскохозяйственной техники / Е.В. Галушко, О.Ч. Ролич, К.М. Шестаков // Актуальные проблемы повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса: сборник докладов Международной научно-практической конференции (24 – 26 ноября 2010 года, г. Минск). В 2-х частях. Часть 1. – Минск: БГАТУ, 2010. – С. 117-120.
3. Ролич, О.Ч. Методика и технические средства обучения схемотехнике и диагностике монтажа микропроцессорных систем / О.Ч. Ролич // Информатизация образования. – 2011. – № 2. – С. 40 – 50.
4. Джунковский, В.В. Аппаратно-программный комплекс для обучения схемотехнике и диагностике монтажа микропроцессорных средств автоматизации / В.В. Джунковский // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы XI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 28-29 апр. 2011 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. университет им. П.О. Сухого. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2011. – С. 495 – 497.
5. Ролич, О.Ч. Основы автоматики в электроэнергетике: учеб. пособие / О.Ч. Ролич, Ю.А. Сидоренко, А.Г. Сеньков. – Минск: Беларусь, 2011. – 191 с.
6. Ролич, О.Ч. Технологии программирования : курс лекций / О. Ч. Ролич. – Минск : БГУ, 2008. – 144 с.

УДК 621.317.08

### ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА И ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ НА ОБЪЕКТАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Ковалев В.А., к.т.н., доцент, Скочек И.И., ст. преподаватель  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь

Кулаков А.Т., к.т.н., доцент  
УО «Белорусский Национальный Технический Университет»  
г. Минск, Республика Беларусь

Влажность воздуха является одним из важных параметров в технологических процессах агропромышленного комплекса, который необходимо измерять и контролировать.

Контроль влажности газов (агентов сушки) позволяет косвенным путем судить о влажности высушиваемых материалов и продуктов и управлять процессом сушки тех из них, для которых нет возможности применять прямые измерения влажности в непрерывном технологическом производстве. Влажность воздуха в складских помещениях, овощехранилищах, холодильных камерах является параметром, определяющим оптимальный режим длительного хранения пищевого сырья и готовых продуктов.

Под влажностью понимается наличие в газе водяных паров. При этом чаще всего в качестве количественной характеристики используется понятие относительной влажности: отношение действительной влажности к максимально возможной влажности этого газа при данной температуре и выражается, как правило, в процентах. Для измерения относительной влажности воздуха и других газовых смесей используются различные физические принципы и методы [1]. На их основе промышленностью во всем мире выпускается достаточно широкая номенклатура измерительных преобразователей и приборов – гигрометров, но проблема метрологического обеспечения контроля этого важного технологического параметра в АПК остается. Причина такого состояния дел по нашему мнению кроется в особенностях применения различных по принципу действия гигрометров в различных условиях, что не всегда учитывается при их выборе и дальнейшей эксплуатации. Остановимся на некоторых из них.

Преобладающее большинство всех современных измерителей относительной влажности воздуха изготавливаются с использованием абсорбционно-емкостных чувствительных элементов (ЧЭ). Технология производства таких ЧЭ на сегодняшний день достаточно хорошо отработана, и они предлагаются многими крупными электронными компаниями. Благодаря высокой точности, надежности, долговременной стабильности емкостных сенсоров приборы на их основе широко используются для измерения влажности во всех отраслях человеческой деятельности. Однако существует ряд задач, в которых применение емкостных сенсоров ограничено вследствие их существенного недостатка, о котором редко упоминают производители - дрейфа при длительном нахождении в среде с влажностью выше 90%. Величина дрейфа увеличивается с ростом влажности, температуры и длительности пребывания при высокой влажности и может достигать 10% [2]. Эта особенность емкостных сенсоров не позволяет использовать «обычные» гигрометры для постоянного контроля в процессах с влажностью более 90%. А это достаточно широкий класс задач, включающий, в том числе, контроль влажности на таких объектах АПК как теплицы, овощехранилища, грибные фермы и т.п. В условиях высокой влажности эти датчики, кроме того что имеют большую погрешность, могут выходить из строя при попадании на них конденсата, образующегося в результате выпадения точки росы или работы увлажнителей или парогенераторов [3].

Несколько лет назад на рынке появились специальные модели гигрометров, предназначенных для длительной работы в условиях высокой влажности. В этих приборах сенсор перегревается относительно окружающей среды, в результате чего относительная влажность воздуха в точке измерения не превышает 70-85%. Преобразователь на основе значений температуры сенсора и измеренной относительной влажности рассчитывает парциальное давление водяного пара. Отдельный измерительный преобразователь контролирует температуру воздуха. Затем на основе известных значений парциального давления и температуры рассчитывается относительная влажность воздуха. Такие гигрометры могут быть с успехом использованы на вышеупомянутых объектах агропромышленного комплекса, но следует учитывать, что они существенно дороже «обычных».

Более привлекательной по цене альтернативой при этом могут служить измерители на основе психрометрического метода, основанного на разнице показаний "сухого" и "увлажненного" термометров. Это исторически самый старый метод измерения относительной влажности воздуха. Современные психрометрические датчики, используемые в системах автоматического контроля, обычно состоят из пары подобранных платиновых термопреобразователей сопротивления и устройства для смачивания одного из них, включающего емкость с водой и тканевый фитиль. Сигналы с термопреобразователей поступают на электронный

микропроцессорный блок, где по психрометрической разности температур определяется относительная влажность воздуха.

На погрешность измерения при использовании этого метода оказывают влияние атмосферное давление, скорость аспирации, температура воздуха, чистота заливаемой воды, запяльцованность тканевого материала. Кроме всего погрешность, возникающую при изменении свойств тканевого материала (например, тканевый материал запылится и высохнет) и изменении скорости движения воздуха около датчиков, трудно заметить. К недостаткам психрометрических гигрометров таким образом можно отнести постоянную необходимость контроля влажного тканевого материала и наличия воды в устройстве для смачивания, что подталкивает специалистов к поиску менее «капризных» приборов. И часто, не зная особенностей использования емкостных датчиков, делается выбор в их пользу, и через какое-то время испытывается разочарование. В то же время, если грамотно организовать техническое обслуживание психрометрического датчика, он может длительно иметь хорошие метрологические характеристики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фарзане, Н.Г. Технологические измерения и приборы [Текст] : учеб. для студ. вузов /Н.Г. Фарзане, Л.В. Ильясов, А.Ю. Азим-заде. – М.: Высш. шк., 1989. – 456 с.
2. Измерение влажности в климатических термокамерах [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.microfor.ru/html/application/termokamers.php>. - Загл. с экрана.
3. Датчики относительной влажности воздуха [Электронный ресурс] – 2011. – Режим доступа: <http://gribovod.kiev.ua/rh-measurement.pdf>. - Загл. с экрана.

УДК 378.14:638.1

### МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ВВОДА-ВЫВОДА ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Ставицкий П.И., Сей А.А., Матвеев И.П.

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь*

Микроконтроллеры семейства AVR являются 8-разрядными микроконтроллерами с RISC- архитектурой и имеют единую базовую структуру, включающую ядро, состоящее из арифметическо-логического устройства, 32 регистров общего назначения, статического оперативного запоминающего устройства (ОЗУ), флэш-памяти программ, энергонезависимой памяти данных (ЭСППЗУ), логики управления, и комплекса периферийных устройств, в который входят параллельные порты ввода-вывода, последовательные порты ввода-вывода, многофункциональные таймеры-счетчики, блок прерываний, сторожевой таймер, аналоговый компаратор и другие устройства.

Устройства ввода-вывода представляют преобразователь управляющих кодов, выдаваемых процессором, в сигналы управления исполнительными механизмами (импульсные, дискретные, аналоговые) и преобразование сигналов с датчиков в коды для ввода в процессор.

Каждый параллельный порт ввода/вывода информации микроконтроллера AVR Mega содержит управляемые регистр-защелку, входной буфер и выходной драйвер. Обращение к портам производится через регистры ввода/вывода. Под каждый порт в адресном пространстве ввода/вывода зарезервировано по 3 адреса, по которым размещены следующие регистры: регистр данных порта PORTx, регистр направления данных DDRx и регистр выводов порта PINx. Действительные названия регистров получаются подстановкой названия порта вместо символа x. Соответственно, регистры порта A называются PORTA, DDRA, PINA, порта B - PORTB, DDRB, PINB и т.д.