

УДК 681.5.08

# Применение автономных регистраторов iButton для контроля температурного режима

**П.К. ПАРХОМЕНКО**  
ОАНИ ИЯР РНЦ  
«Курчатовский институт»

*For sake of microclimate monitoring wired sensor networks are generally used at cold storages and warehouses. However installation of such network at the warehouse is quite expensive and troublesome. Wireless measuring systems also has a number of disadvantages such as high equipment cost, monthly charge for using public communications networks, fast discharge of wireless devices' batteries and isothermal wall panels' opacity to radio waves.*

*As a solution, the use of miniature iButton data loggers is proposed. These devices, developed and manufactured by Maxim/Dallas Semiconductor, USA, gained well-deserved popularity all over the world. They're cheap, compact, and stress-protected, do not require any wires or external power sources, and can be installed and serviced extremely easily.*

## Задача контроля температурно-влажностного режима

Общеизвестно, что одним из наиболее значимых факторов, серьезно влияющих на качество скоропортящейся пищевой и фармацевтической продукции, является ее температура, так как любое нарушение температурного режима приводит к бурному размножению болезнетворных микроорганизмов. Для оценки интегрального воздействия температуры на продукт принято использовать специальный параметр —

среднюю кинетическую температуру (СКТ) [2]:

$$T_{\text{СК}} = \frac{\Delta H/R}{-\ln \left( \frac{e^{-\Delta H/RT_1} + e^{-\Delta H/RT_2} + \dots + e^{-\Delta H/RT_n}}{n} \right)},$$

где  $\Delta H$  — энергия активации (для подавляющего большинства твердых и жидких продуктов варьируется от 60 до 100 кДж/моль);

$R = 8,314472$  Дж/(моль·К) — постоянная Больцмана;

$n$  — число температурных отсчетов;

$T_1, T_2, \dots, T_n$  — температура, К.

Как видно из формулы, благодаря переходу к логарифму суммы экспоненциальных функций температуры при расчете СКТ большим ее значениям придается больший вес вне зависимости от времени их действия. Используя понятие СКТ, можно сказать, например, что воздействие на некий продукт температуры 20 °С в течение 2 ч, затем охлаждение его до 2 °С в течение 4 ч и последующее пребывание при температуре 25 °С в течение 1 ч эквивалентны воздействию постоянной температуры 15,7 °С в течение 7 ч непрерывно.

Помимо температуры существенное влияние на качество пищевой и фармацевтической продукции оказывает относительная влажность. Чрезмерное высушивание может приводить к ухудшению вкусовых качеств продуктов питания, а чрезмерное увлажнение — к неблагоприятным биохимическим измене-

ниям (например, к развитию процессов гниения) или к изменению свойств гигроскопичных лекарственных форм.

Необходимость мониторинга критических параметров готовой продукции в определенных контрольных точках закреплена в системе управления рисками ХАССП (английская аббревиатура НАССР означает Hazard Analysis and Critical Control Points — анализ рисков и критические контрольные точки), разработанной в США. В настоящее время базисные принципы этой системы приняты в качестве основного норматива, определяющего качество пищевой и фармацевтической продукции в большинстве стран мира, включая ЕС, Канаду, Австралию, Аргентину и Бразилию. В связи с предстоящим вступлением России в ВТО был принят в 2001 г. ГОСТ Р 51705.1—2001 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования», позволяющий распространить методы контроля качества продукции, применяемые в странах — членах ВТО, на российские предприятия.

## Типовые пути организации контроля

Для контроля параметров микроклимата традиционно используются проводные сети датчиков. Однако реализация такой сети является достаточно хлопотным и дорогостоящим ме-

протяжением, особенно с учетом необходимости прокладки линий связи в помещениях, уже оборудованных специальными изотермическими панелями. Кроме того, все составляющие сети, включая сами датчики, должны быть надежно защищены от влаги, пыли, грязи, жира, а также от коррозии, вызываемой воздействием моющих и дезинфицирующих средств. Нередко необходимо контролировать температуру или влажность не только около стен, но и в центре помещения, что усложняет прокладку линии связи между датчиками. Работа холодильного оборудования и осветительной сети создает множество электромагнитных помех, не способствующих стабильной работе проводных систем и требующих дополнительных затрат на обеспечение надежной передачи измерительной информации. Но чем надежнее защищены элементы проводной сети от всех перечисленных внешних воздействий, тем они дороже. Например, цена датчика влажности, защищенного от пыли и влаги, в 5...7 раз выше, чем в незащищенном исполнении. Эта же тенденция сохраняется и в росте стоимости работ по прокладке коммуникаций для защищенного оборудования. Часто особенности прокладки таких сетей требуют применения дорогостоящих репитеров и разветвителей.

В подобных случаях можно использовать беспроводную технологию передачи измерительной информации по радиоканалу. Но при всех своих достоинствах беспроводные измерительные системы обладают и целым рядом недостатков, порой существенных: дороговизна оборудования, абонентская плата за обслуживание (в случае использования пуб-

личных сетей связи и радиодоступа), быстрое истощение встроенных в автономные беспроводные устройства источников электропитания, непрозрачность изотермических стен помещения для радиосигналов. В конечном итоге стоимость беспроводной системы может оказаться больше стоимости проводной с аналогичными характеристиками.

### **Необходим ли контроль температурно-влажностного режима на складах в режиме реального времени?**

При поиске путей решения вышеперечисленных проблем стоит в первую очередь задаться вопросом — действительно ли необходимо контролировать микроклимат складского помещения именно в реальном масштабе времени? Конечно, если необходимо организовать обратную связь с контролируемым объектом (например, при управлении системой кондиционирования или отопления), то необходимо иметь оперативную информацию об изменении параметров микроклимата. Контроль в реальном масштабе времени нужен и в тех случаях, когда нарушение режима хранения приведет к тяжелым последствиям, которые могут быть устранены лишь при оперативном оповещении персонала.

Однако в большинстве случаев оперативность получения информации не так важна, особенно если при наступлении нештатной ситуации ее нельзя исправить или хотя бы избежать потерь (например, если оборудование холодильника обесточено энергетиками, резервной системы электропитания нет, а вывезти продукцию некуда, да и нерентабельно). С другой стороны, для привлечения нарушителей к ответственности следует аргументированно доказать их вину. По-

этому если нарушение заданных параметров все-таки произошло, то его надо обязательно зафиксировать документально, чтобы затем разобраться в причинах происшедшего.

### **Автономные регистраторы iButton**

Исходя из изложенного выше, очевидно, что для обеспечения независимого контроля параметров микроклимата в холодильных камерах и охлаждаемых складских помещениях наиболее рационально использовать независимые и автономные регистрирующие приборы, сохраняющие работоспособность даже при обесточивании контролируемого оборудования и устанавливаемые в произвольных контрольных точках. Только показания таких приборов могут считаться объективными как для выявления причин нарушений заданных режимов, так и для выбора путей их устранения.

Заслуженной популярностью во всем мире в настоящее время пользуются миниатюрные регистраторы семейства iButton [1], серийно выпускаемые американской компанией Dallas Semiconductor (позднее — Maxim/Dallas Semiconductor) с 1999 г. Они дешевы, компактны, надежно защищены от любых воздействий, не требуют при эксплуатации ни проводов, ни внешних источников питания. Их установка в контрольных точках и регламент обслуживания предельно просты. В то же время эти устройства являются полноценными измерительными приборами, характеристики которых подтверждены метрологическими сертификатами. Все основные параметры регистраторов iButton могут быть произвольно запрограммированы пользователем, а наличие встроенных часов реального времени



- неполноценный режим сохранения информации на диске;
- отсутствие метрологических сертификатов Российской Федерации.

Поэтому было принято решение разработать собственный набор средств программной и аппаратной поддержки регистраторов iButton.

В результате проделанной работы в ОАНИ ИЯР РНЦ «КИ» были созданы несколько видов программных комплексов для платформ Windows и Palm OS, а также ряд переносных приборов сопровождения различного назначения. Это позволило внедрить регистраторы iButton в лабораторную практику не только РНЦ «КИ», но и других научных учреждений, таких, как ВНИИХИ, Институт возрастной физи-

ологии РАО, НИИ проблем гипотермии, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Институт экологии растений и животных УрО РАН, Магаданский НИИ рыбного хозяйства и океанографии, Институт биологических проблем криолитозоны Якутского научного центра РАН, Институт биологии УрО РАН, Институт географии РАН, Институт криосферы Земли СО РАН и др.

Однако в связи с повсеместным повышением интереса к современным методикам контроля качества, в первую очередь к упомянутой выше системе ХАССП, разработки ОАНИ ИЯР РНЦ «КИ» оказались востребованы не только в научных учреждениях, но и в самых различных отраслях промышлен-

ности, преимущественно пищевой и фармацевтической.

В следующем номере журнала будет рассмотрено одно из наиболее востребованных приложений регистраторов iButton в промышленности – ИИС контроля температурного режима на складах и в стационарных охлаждаемых хранилищах.

*Продолжение следует.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Data Logger, Temperature/Humidity Loggers, and Sensors* // Maxim Integrated Products // [<http://www.maxim-ic.com/products/ibutton/ibuttons/thermochron.cfm> 26.02.2007].
2. *What Is Mean Kinetic Temperature?* // Monarch Instrument // [<http://www.monarchserver.com/Mean%20Kinetic%20Temp.pdf> 26.02.2007].



ИИС на базе вышеперечисленных аппаратных и программных компонентов являются сертифицированными в Российской Федерации измерительными комплексами с нормированными метрологическими характеристиками. Это позволяет использовать такие ИИС не только для постоянного мониторинга микроклимата, но и на этапе приемки холодильного оборудования для охлаждаемых складов. При малейших сомнениях в соответствии характеристик оборудования заявленным заказчик может потребовать проведения контрольной сессии температурных или влажностных измерений при помощи набора термохрон или гигрохрон, расположив их в любых выбранных им контрольных точках контролируемого помещения. Подделка значений отсчетов в памяти регистраторов невозможна, поэтому результаты такой измерительной сессии будут убедительным доказательством соответствия (или, напротив, несоответствия) поставляемого оборудования требованиям заказчика или характеристикам, заявленным его изготовителем.

### Подготовка регистраторов iButton к эксплуатации

Подготовка регистраторов iButton к измерительной сессии выполняется с помощью прикладного ПО любой из описанных выше ИИС непосредственно перед установкой (креплением) регистраторов на объекте. Для каждого регистратора задаются значения установочных параметров, определяющие особенности реализуемого им процесса накопления данных. В первую очередь в область сопроводительной информации каждого регистратора iBDL заносится текстовая информация, характеризующая контрольную точку, в которой он будет размещен (номер холодильной камеры, фамилия ответственного за хранение, список холодильного оборудования и складированных продуктов и т.д.). Затем показания часов реального времени всех регистраторов iButton синхронизируются с часами ПК или КПК, после чего задается момент старта сессии, алгоритм заполнения буфера последовательных отсчетов (остановка по заполнению либо непрерыв-

ный режим с кольцевой перезаписью отсчетов) и временной интервал между отдельными измерениями. После задания всех этих параметров проводится запуск измерительной сессии.

Важную роль при организации работы с регистраторами iButton играет выбор способа их неразъемного крепления в назначенных контрольных точках (рис. 1). При большом количестве территориально удаленных друг от друга регистраторов для исключения подмены и путаницы фиксируемых ими результатов используют неразъемные крепления. Наиболее распространенным, простым и надежным вариантом такого крепления являются накладки типа DS9093MZ. Для обеспечения теплоизоляции регистратора iButton между удерживающей поверхностью и его корпусом устанавливается прокладка из теплоизолирующего материала.

Корпус регистратора (типа MicroCAN) изготавливается из прочной стали толщиной 0,25 мм, благодаря чему защищенные регистраторы iButton устойчивы ко многим внешним

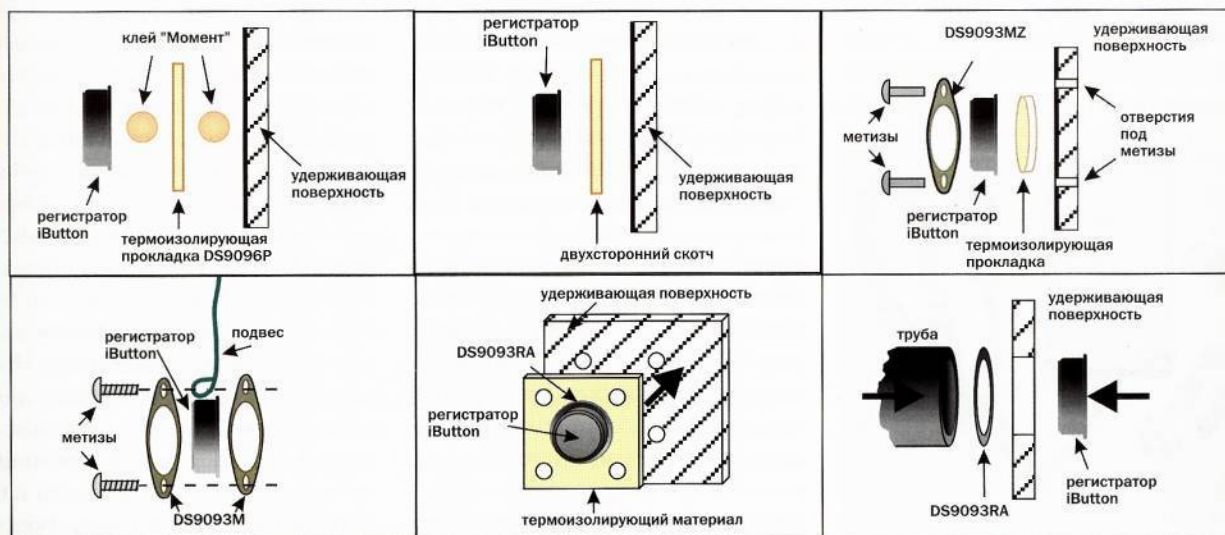


Рис. 1. Способы неразъемного крепления регистраторов iButton







