

Апории древнегреческого философа Зенона, на протяжении нескольких веков заставляли ученых искать их решение, постигая при этом многие загадки природы. «Апория» переводится с древнегреческого, как «затруднение».

Этот раздел как раз и посвящен тем затруднениям, которые могут появиться при использовании устройств ТЕРМОХРОН. Здесь собраны ответы на вопросы, которые наиболее часто возникают у пользователей этих устройств в процессе их эксплуатации. При этом ответы на них нельзя найти в документации на эти регистраторы. Рубрика будет постоянно пополняться по мере возникновения новых затруднений и корректироваться при появлении более рациональных путей их решения.

Надеемся, что она поможет Вам узнать больше важного и интересного об устройствах ТЕРМОХРОН и возможностях их использования.



DS1921

Thermochron

- A.1 Какова продолжительность работы устройства ТЕРМОХРОН?
- A.2 Возможно ли функционирование устройства ТЕРМОХРОН в жидких средах?
- A.3 Когда ТЕРМОХРОН прекращает температурные преобразования? Как остановить его работу?
- A.4 Какие ограничения на использование устройств ТЕРМОХРОН оказывает входящий в состав их конструкции элемент питания?
- A.5 Можно ли подвергать устройства ТЕРМОХРОН кратковременной тепловой обработке?
- A.6 Можно ли эксплуатировать ТЕРМОХРОН в проводящих жидкостях, содержащих соли?
- A.7 Можно ли использовать для крепления устройств ТЕРМОХРОН постоянные магниты?
- A.8 Почему показания двух проверенных устройств ТЕРМОХРОН отличаются друг от друга?
- A.9 Возможно ли построение измерительной системы с использованием множества устройств ТЕРМОХРОН?
- A.10 Можно ли использовать ТЕРМОХРОН при высоких давлениях?
- A.11 Может, устройства ТЕРМОХРОН все-таки не устойчивы к механическим воздействиям и вибрациям?
- A.12 Можно ли подделать «температурную историю», зарегистрированную устройством ТЕРМОХРОН?
- A.13 Каков точный химический состав элементов корпуса устройств ТЕРМОХРОН?
- A.14 Какова история появления и становления устройств ТЕРМОХРОН?
- A.15 Чем подтверждена надежность эксплуатации устройств ТЕРМОХРОН?
- A.16 Как особое примечание, появившееся в Data Sheets на все модификации устройств ТЕРМОХРОН?
- A.17 Существуют ли варианты более миниатюрных конструкций устройств ТЕРМОХРОН?
- A.18 Как определить, что ТЕРМОХРОН выведен из строя вследствие вандализма?
- A.19 Как производится калибровка устройств ТЕРМОХРОН?
- A.20 Чем отличаются устройства ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5N#?

См. также статью **«Обязательные предосторожности при эксплуатации регистраторов iButton в корпусах MicroCAN»** (<http://www.elin.ru/Caution/>)

A.1 Какова продолжительность работы устройства ТЕРМОХРОН?

Длительность эксплуатации устройства ТЕРМОХРОН определяется временем "жизни" встроенной в него литиевой батареи, работоспособность которой зависит, прежде всего, от количества выполненных регистратором DS1921 температурных преобразований, а также от температуры окружающей его при этом среды. Если устройство просто хранилось на складе при нормальных условиях без какой-либо эксплуатации, то среднее время его службы определяется длительностью хранения входящего в состав конструкции "таблетки" энергетического элемента и составляет примерно 8...9 лет. Если же устройство ТЕРМОХРОН находилось в эксплуатации, то среднее время его службы определяется количеством выполненных им при этом наиболее энергоемких операций, связанных с измерением температуры и передачей собранной информации к внешним приборам считывания данных. Опытным путем установлено, что энергия литиевого элемента полностью израсходуется после выполнения регистратором 1'200'000 температурных преобразований (осуществленных при температуре +25°C). Кстати, это вполне реальное время. Действительно, если запрограммировать устройство ТЕРМОХРОН на непрерывную работу с минимальным интервалом регистрации равным 1 минуте, то примерно через 2,2 года 1'200'000 преобразований будет им уже отработано.



Для приблизительной оценки рабочего ресурса любого устройства ТЕРМОХРОН, эксплуатируемого при температурах 0°C+50°C, удобно использовать содержимое счетчика общего количества выполненных измерений, входящего в состав схемы каждой "таблетки". Этот параметр, по существу, является мерой продолжительности "жизни" устройства ТЕРМОХРОН, так как максимальная энергия, как уже упоминалось, расходуется именно во время выполнения отсчета, связанного с обработкой температурного преобразования и сохранением его результатов в памяти регистратора DS1921.

Кроме того, заметим, что даже при подключении внешнего напряжения к выводам устройства ТЕРМОХРОН в ходе его обслуживания любым из средств поддержки, большинство внутренних узлов "таблетки" все равно получает энергию от встроенной батареи, а не извне. Поэтому не только автономная работа регистратора DS1921, но даже процедура извлечения из его памяти накопленной информации невозможна, если ресурс его литиевого элемента исчерпан.

Если эксплуатация устройств ТЕРМОХРОН производится при температурах, превышающих +50°C, литевый элемент питания, входящий в состав их конструкции, достаточно быстро изнашивается, даже если "таблетка" не выполняет никаких температурных преобразований и тактовый генератор ее часов реального времени остановлен. Если же устройства ТЕРМОХРОН регистрируют данные при температурах ниже 0°C, то на каждую процедуру преобразования они расходуют несколько больше энергии чем при +25°C. В любом из этих случаев уже нельзя рассчитать даже примерно момент прекращения функционирования регистратора DS1921, что, безусловно, не очень удобно, т.к. пользователь всегда находится под угрозой потери последней "температурной истории", фиксируемой с помощью "таблетки", которая находится в эксплуатации уже продолжительное время. Подробную зависимость времени "жизни" устройств ТЕРМОХРОН от температуры окружающей среды можно найти на последних страницах [описаний любого из регистраторов DS1921](#) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=descr#doc>).

А.2 Возможно ли функционирование устройства ТЕРМОХРОН в жидких средах?

Хотя ТЕРМОХРОН имеет специальную герметичную защитную прокладку, которая исключает в обычных условиях проникновение жидкостей внутрь его корпуса, он не является в полной мере водонепроницаемым регистратором. Попадание брызг и даже кратковременное погружение (не более 1 часа) в обычную или морскую воду на глубину до 1 м не влияет на нормальную эксплуатацию устройств ТЕРМОХРОН. При больших глубинах и/или значительном превышении указанного выше лимита времени погружения уже начинает сказываться давление жидкости. При этом она может просочиться внутрь корпуса регистратора и привести к выходу его из строя. Однако, как подтверждено фирмой-производителем: *штатная работа устройств ТЕРМОХРОН проверена в течение 1 часа при их погружении в морскую воду на глубину до 1 метра при температуре +25°C (именно такая информация о защитных свойствах этих изделий приводилась производителем в их Data Sheet до декабря 2007 года).* Тем не менее эти регистраторы имеют степень защиты от пыли и влаги **IP56 во всем эксплуатационном диапазоне температур, что подтверждено отдельным сертификатом** (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=certif#ip>). Это означает частичную защиту от пыли (некоторое количество пыли может проникать внутрь, однако это не нарушает работу устройства) и полную защиту от динамического воздействия потоков воды (струи воды под напором или морские волны). Поэтому эксплуатация устройств ТЕРМОХРОН при их полном погружении в жидкость необходимо использовать специальные средства защиты (<http://www.elin.ru/Protector/>).



Необходимо отметить, что при организации процедуры считывания информации, накопленной устройством ТЕРМОХРОН, эксплуатировавшимся во влажной среде, непосредственно перед его подключением к какому-либо зонду или приемнику "таблеток" средства обслуживания следует, во избежание закорачивания контактов 1-Wire-магистрала, тщательно удалить с корпуса регистратора остатки влаги или солевого налёта.

Файл	Содержание	Размер	Дата
 AN4126	APPLICATION NOTE 4126. Understanding the IP (Ingress Protection) Ratings of iButton Data Loggers and Capsule (Maxim Integrated, Engl.)		
 AN4126_rus	Перевод замечаний по применению Application Note 4126. Понимание степеней защиты IP для iButton Data Logger и iButton-капсулы (НТЛ "Элин", Rus.)		

А.3 Когда ТЕРМОХРОН прекращает температурные преобразования? Как остановить его работу?

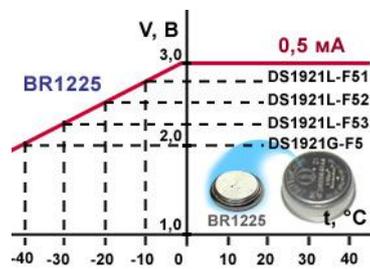
Не зависимо от того, был выбран или нет режим кольцевого буфера ("rollover") в ходе задания значений установочных параметров перед очередной рабочей сессией устройства, ТЕРМОХРОН продолжает осуществлять температурные преобразования с заданной скоростью даже после полного заполнения 2048 значениями всего буфера последовательных отсчетов. При этом, если режим "rollover" выключен, в памяти последовательных отсчетов будут содержаться первые 2048 значений, зарегистрированных с момента старта рабочей сессии. Однако в памяти гистограмм учитываются все измерения, сделанные регистратором за текущий рабочий цикл. В том числе и те, которые были выполнены уже после полного заполнения памяти последовательных отсчетов, поскольку в этом случае регистратор продолжает работу по накоплению результатов. Аналогично продолжает пополняться память выходов за заданные пользователем пороги. Остановить текущий рабочий цикл устройства ТЕРМОХРОН (и тем самым снизить до минимума расход энергии входящего в его состав литиевого элемента) можно либо активизацией опции "Остановить сессию", которая имеется в большинстве программ сопровождения, либо благодаря непосредственной установке соответствующего разряда в Регистре Статуса регистратора DS1921. Последняя операция может быть выполнена с помощью специализированных профессиональных пакетов поддержки компонентов, оснащённых 1-Wire-интерфейсом, к которым относятся и устройства ТЕРМОХРОН.



Остановка рабочей сессии регистратора DS1921 означает прекращение им отработки операций исполнения отсчетов, связанных с реализацией температурных преобразований и сохранением их результатов в энергонезависимой памяти. Однако узел часов реального времени устройства ТЕРМОХРОН в случае остановки сессии регистрации данных продолжает свою работу, все-таки тратя на это малую часть энергии встроенного литиевого элемента. Некоторые программы сопровождения "таблеток" DS1921 позволяют не только прерывать выполнение текущей сессии, исполняемой устройством ТЕРМОХРОН, но и запрещают работу узла часов/календаря, входящего в состав его схемы, что еще больше продлевает срок эксплуатации регистраторов, обслуживаемых посредством подобных программных средств.

А.4 Какие ограничения на использование устройств ТЕРМОХРОН оказывает входящий в состав их конструкции элемент питания?

Используемая в составе конструкции устройств ТЕРМОХРОН литиевая батарея обеспечивает питание электронной схемы "таблетки" и имеет ограничения по предельному эксплуатационному ресурсу. Ресурс батареи регистратора DS1921 зависит от количества выполненных им измерительных преобразований (не менее 1'200'000 измерений при +25°C), срока давности его изготовления (срок хранения 8...9 лет) и температурного диапазона эксплуатации (подробнее см. в конце паспортов на устройства ТЕРМОХРОН



(<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=descr#doc>). Именно эти ограничения элемента питания и являются определяющими при работе с устройствами ТЕРМОХРОН.

Наиболее подробно вопросы, связанные с эксплуатацией электронных компонентов, оснащенных встроенными элементами питания, которые поставляются Maxim Integrated, изложены в специально подготовленных документах "Application Note 124. Battery Considerations For Today's Low-Power, Long-Life Solid State Devices." и "Application Note 505. Lithium coin-cell batteries: predicting an application lifetime."

В настоящее время в качестве базовых элементов питания устройств ТЕРМОХРОН любой модификации Maxim Integrated применяются литиевые источники BR1225 производства компании PANASONIC Inc. Нижний температурный диапазон эксплуатации таких батарей регламентируется до -30°C, а срок их эксплуатации составляет 8...9 лет. Однако при температурах ниже 0°C уровень напряжения даже у только что изготовленных элементов значительно снижается (до 2,5В при -30°C вместо номинального уровня 3,0В±3,2В при +25°C).

С момента выпуска первых вариантов устройств ТЕРМОХРОН у компании Dallas Semiconductor был целый ряд проблем, связанных с обеспечением корректной работы электронной начинки "таблеток" DS1921 в условиях питания низким значением выходного напряжения встроенной литиевой батареи при отрицательных температурах окружающей среды. Однако к концу 2004 года компанией были закончены работы по усовершенствованию полупроводникового кристалла схемы регистраторов DS1921. В результате снизился и ток потребления, и минимальный уровень напряжения питания схемы, благодаря чему устройства ТЕРМОХРОН стали штатно функционировать при низких температурах. Поэтому, начиная с 2005 года, на рынок поставляются только усовершенствованные версии регистраторов DS1921, которые корректно функционируют во всем температурном диапазоне, регламентированном для каждой конкретной модификации.

Файл	Содержание	Размер	Дата
app124	Обсуждение батарей питания, применяемых в малопотребляющих долговечных интегральных устройствах (Maxim Integrated, Engl.)		
app124r	Перевод документа App.124 (НТЛ "ЭлИн", Rus.).		
app505	Прогноз срока службы литиевых батарей во встроенных приложениях (Maxim Integrated, Engl.)		
lithbr3	Основные электрические характеристики литиевых батарей производства компании PANASONIC Inc.		
coin2	Температурные характеристики литиевых батарей производства компании PANASONIC Inc.		

А.5 Можно ли подвергать устройства ТЕРМОХРОН кратковременной тепловой обработке (например, с целью стерилизации их корпуса)?

При использовании устройств ТЕРМОХРОН в пищевой или медицинской отраслях может возникнуть необходимость стерилизации их корпуса. Эта операция производится обычно при температуре выше +100°C. Однако в документации фирмы-изготовителя указывается верхний предел хранения и эксплуатации регистраторов DS1921, нормированный на уровне +85°C. При такой максимальной температуре гарантируется работоспособность устройств ТЕРМОХРОН и соответствие их характеристик значениям, указанным в паспорте. Однако, как показывает опыт французской инженерной фирмы **PROGES PLUS** (<http://www.proges.com/plug-and-track/index.html>), "таблетки" DS1921 способны кратковременно (единицы минут) выдерживать и более высокие температуры. Специалистами этой фирмы была осуществлена стерилизация устройств ТЕРМОХРОН при температуре +121°C в течение 15 минут (<http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/sterilization.pdf>), после чего они продолжали исправно функционировать.



Следует отметить, что во время проведения подобной процедуры стерилизации устройства ТЕРМОХРОН не должны производить никаких измерений (т.е. должны быть остановлены). Кроме того, необходимо полностью исключить локальный перегрев какой-либо части корпуса регистратора DS1921 (т.е. температура вдоль корпуса MicroCAN должна распределяться гарантировано равномерно, и её градиент между двумя любыми точками корпуса не должен быть больше 0,5°C/см). В противном случае перекося температур внутри герметизированной "таблетки" может привести к вздутию встроенной в нее литиевой батареи питания, с последующей разгерметизацией устройства и выходу его из строя.

Кроме того, при стерилизации устройств ТЕРМОХРОН обязательно следует помнить, что литиевый элемент питания, входящий в состав их конструкции, достаточно быстро изнашивается при высоких температурах окружающей среды (выше +50°C), даже если "таблетка" DS1921 не выполняет температурных преобразований и тактовый генератор ее узла часов реального времени остановлен. Более подробную зависимость времени "жизни" устройств ТЕРМОХРОН от температуры окружающей среды можно найти на последних страницах описаний любого из регистраторов DS1921 (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=descr#doc>).

В 2011 году специалисты компании Maxim Integrated провели скрупулезный анализ методов стерилизации и тщательно изучили их воздействие на медицинское оборудование, содержащее электронику. При этом было отмечено, что благодаря достижениям в области полупроводниковых технологий интегральные схемы сегодня присутствуют во всё более широком спектре оборудования, включая многие медицинские приборы. Отдельной проблемой для медицинских применений является необходимость сохранять стерильность оборудования, то есть обеспечивать гарантированное отсутствие вредных загрязнений в форме грибов, бактерий, вирусов и спор. Несмотря на то, что существует масса литературы о стерилизационных методах и об оборудовании для стерилизации, серьёзных исследований по воздействию стерилизации на электронные устройства очень мало. Однако информация о таком воздействии чрезвычайно важна. Особенно для таких контрольно-измерительных устройств, как регистры iButton и прежде всего устройств ТЕРМОХРОН, которые сегодня широко применяются, как для контроля режимов содержания медикаментов и вакцин, так и непосредственно для подтверждения качества исполнения процедур стерилизации. Специалисты Maxim Integrated выполнили сравнение распространённых методов стерилизации, и проанализировали их пригодность для объектов, содержащих электронные узлы. В результате было установлено, что каждый метод стерилизации имеет свои особенности, которые могут быть совместимы или несовместимы с подвергающимися стерилизации полупроводниковыми устройствами. При выборе того или иного метода, следует учитывать возможные побочные эффекты, особенно когда это касается встроенной электроники, укомплектованной автономными источниками энергии (литиевыми батареями). Особенно был выделен метод стерилизации с использованием диоксида хлора, который не имеет известных побочных эффектов негативного воздействия на электронные компоненты. Поэтому этот метод является лучшим среди всех известных для совместимости с электронными компонентами. Дополнительно отмечено, что стерилизация оксидом этилена и парами пероксида водорода - также отличные методы стерилизации для электронных медицинских устройств, которые, однако, не включают в себя батареи.

Полностью результаты анализа методов стерилизации и описание последствий их воздействий на электронные узлы стерилизуемого оборудования представлены в приведённом ниже документе.

Файл	Содержание	Размер	Дата
 AN5068	Application Note 5068 «Sterilization Methods and Their Impact on Medical Devices Containing Electronics Bernhard Linke, Principal Member Technical Staff» (Maxim Integrated, Engl.)		
 AN5068_RU	Application Note 5068 «Методы стерилизации и их воздействие на медицинское оборудование, содержащее электронику» (НТЛ "Элин", Rus.)		

А.6 Можно ли эксплуатировать ТЕРМОХРОН в проводящих жидкостях? Например, в морской воде? Каково воздействие на этот регистратор атмосферы, содержащей большое количество солей?

Компания Dallas Semiconductor провела целый ряд испытаний, связанных с исследованиями внешнего воздействия соленых атмосфер на элементы прикладных задач типа систем управления доступом в городах на южноамериканском побережье. При этом группа из 100 устройств семейства iButton различных типов, конструктивно полностью идентичных устройствам ТЕРМОХРОН, была подвергнута интенсивному воздействию соленой атмосферы, которая распылялась в течение 96 часов. В ходе тестирования не было зафиксировано ни одного отказа в функционировании этих устройств. Испытание проводилось согласно стандарту Mil-Std-883C, метод 1009, условия категории "С", при отсутствии электрического контакта с тестируемыми устройствами. Подробный отчет о проведении этих испытаний приведен в документе "[DS19xx iButton Reliability Report](#)" (http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/iButton_reliability.pdf).



Следует, однако, обратить внимание на то, что соленая водяная пленка на поверхности устройств iButton может существенно осложнить процедуру снятия с них показаний, поскольку для металлических, электрически изолированных друг от друга фрагментов корпуса устройства ТЕРМОХРОН соленая вода является, по существу, шунтом с относительно низким полным сопротивлением. Поэтому необходимо каждый раз перед считыванием показаний с регистратора DS1921 насухо вытирать его корпус от проводящей жидкости. Теоретически, в дистиллированной воде считывание информации может быть осуществлено с полностью погруженного устройства ТЕРМОХРОН, поскольку в дистиллированной воде не должно быть каких-либо ионных примесей, которые могут обеспечить формирование "перемычки", шунтирующей металлические половинки корпуса MicroCAN.

Кроме того, при эксплуатации устройств ТЕРМОХРОН в солевых атмосферах и морской воде следует помнить, что процессы коррозии металлических корпусов протекают в подобных средах гораздо быстрее. При этом появление фрагментов коррозии на металлических корпусах "таблеток" может значительно затруднять их обслуживание с помощью любых инструментов считывания информации, ухудшая контакт между приемным зондом, входящим в состав подобных средств поддержки, и корпусом устройства ТЕРМОХРОН.

А.7 Можно ли использовать для крепления устройств ТЕРМОХРОН постоянные магниты? Как влияют на работу этих регистраторов внешние электромагнитные поля?

Да для крепления устройств ТЕРМОХРОН к железным поддонам или различным металлическим конструкциям, безусловно, допустимо использование различных приспособлений, выполненных из постоянных магнитов. Такая возможность существует благодаря полной защите устройств семейства iButton, к которым также относятся и регистраторы ТЕРМОХРОН, от различных электромагнитных и электростатических полей,



что обеспечивается за счет преимуществ корпуса MicroCAN. Эта особенность "таблеток" iButton специально оговорена в отдельных разделах ("III. Alternate Identification Technologies, D. RF Tags" на стр.3 и "VI. Chapter Summary" на стр.8) основного нормативного документа, посвященного особенностям конструкции подобных изделий "iButton and MicroLAN Standards" (<http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/standard.pdf>), в котором защитные свойства корпуса MicroCAN отождествляются со свойствами качественного металлического экрана.

Более того, в п. 2.2 под названием "Type 430F stainless steel" из документа "[DS19xx iButton Reliability Report](http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/iButton_reliability.pdf)" (http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/iButton_reliability.pdf) перечисляются физические свойства и химический состав магнитной стали типа 430F, используемой при изготовлении заказных партий корпусов MicroCAN модификации F5M, специально предназначенных для крепления на металлической поверхности размещенных в них устройств iButton (см. перевод этой главы [здесь](http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/iBRR_2.pdf) (http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/iBRR_2.pdf)).

НТЛ "ЭлИн" также был произведен ряд сравнительных тестов по исследованию влияния постоянных магнитов на показания устройств ТЕРМОХРОН, при этом использовались постоянные магниты с остаточной магнитной индукцией около 0,95 Тл и коэрцитивной силой ~2000 кА/м. Тестируемые регистраторы фиксировались непосредственно на магнитах и возле них, таким образом, чтобы вектор магнитной индукции составлял различные значения углов с осью симметрии их корпуса. В качестве образцовых использовались устройства ТЕРМОХРОН, расположенные на значительном удалении от тестируемых "таблеток", т.е. там, где влиянием магнитного поля можно было пренебречь. В точках размещения тестируемых и образцовых регистраторов гарантировалось равенство окружающих их корпус температур. Испытания производились при различных температурах в диапазоне от 0°C до +30°C, и ни разу не было зафиксировано расхождения в показаниях образцовых и тестируемых устройств, большего величины нормируемой для них погрешности.

А.8 При контроле температуры хранения продуктов пришлось столкнуться со следующей особенностью поведения устройств ТЕРМОХРОН. Одно из них было жестко закреплено на стенке металлического контейнера с помощью специального хомута, использующего краевую кромку корпуса MicroCAN, а второе просто положено непосредственно на продукты. Оба регистратора имели одинаковые значения установочных параметров и работали синхронно. Однако, их показания отличались друг от друга. Какому из устройств можно верить?



Причины несовпадения показаний устройств ТЕРМОХРОН, находящихся, как представляется с первого взгляда, в одинаковых условиях, могут быть различными.

Например, если речь идет о не совпадении скорости изменения температурных показаний двух синхронизированных устройств, одно из которых имеет хороший механический контакт с каким-либо массивным металлическим предметом, а другое не имеет такого контакта, то подобная ситуация может быть объяснена различной теплопроводностью металла и воздуха. Поэтому, если необходимо контролировать температуру воздушной массы внутри контейнера, которая, собственно, и определяет температуру размещенных в нем продуктов, следует признать более объективными показания второго устройства ТЕРМОХРОН, размещенного непосредственно на продуктах. Более того, большинство пользователей, зная об этой особенности, используют при креплении "таблеток" к металлической стенке контейнера рефрижераторов специальные теплоизолирующие прокладки, отделяющие корпус регистратора от стенки контейнера.

Даже если регистраторы находятся в совершенно одинаковых условиях, но один из них имеет дефекты корпуса (например, из-за механических деформаций, полученных им в ходе эксплуатации), а корпуса других "таблеток" целые и не имеют изъянов, инерционность фиксации показаний такими устройствами будет различной. Действительно, герметизация деформированного устройства, как правило, уже нарушена. Поэтому инерционность изменения фиксируемых им показаний гораздо меньше инерционности штатного регистратора. Т.е. такой регистратор быстрее реагирует на любые (особенно непродолжительные) изменения температуры как будто его электронная схема вовсе и не помещена в футляр. Причем пока из-за нарушения герметичности корпуса внутрь поврежденной "таблетки" попадает только воздух окружающей среды, а не какая-либо агрессивная жидкость (например, вода), которая может привести к выходу устройства из строя, регистратор будет функционировать исправно, а точность выполняемых им измерений температуры будет соответствовать нормированному для него значению. Однако реакция на изменение температуры у него будет гораздо выше по сравнению со штатным вариантом изделия. Поскольку воздушная среда, температуру которой фиксирует поврежденный регистратор, свободно проникая в его корпус, имеет непосредственное соприкосновение с чувствительным элементом преобразования температуры. В то время как датчик регистратора, не имеющего механических изъянов, и среда, температуру которой он измеряет, разделены стенкой корпуса и находящейся за ней воздушной прослойкой, на прогрев которых необходимо определенное время. Поэтому все события будут обрабатываться и поврежденным регистратором, и штатным регистратором одинаково, но со сдвигом по временной шкале. Причем показания штатного регистратора будут всегда запаздывать.



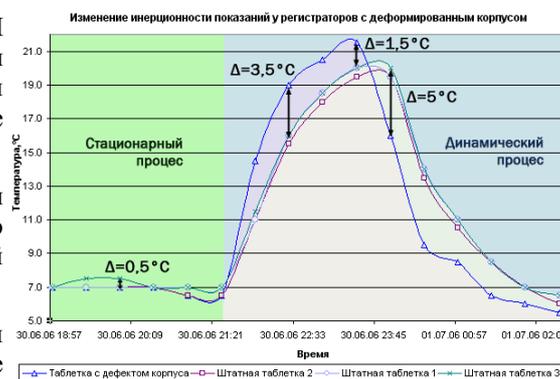
Кроме того, часто контактные регистраторы, находящиеся на первый взгляд в совершенно одинаковых условиях, фиксируют не единую среднюю температуру внутри какого-либо замкнутого пространства, а различные локальные температуры. Действительно, если в комнате расположить в разных местах несколько регистраторов и покинуть помещение, плотно закрыв за собой все двери и окна, то через некоторое время установится единая средняя температура, и показания всех контактных регистраторов станут одинаковыми. Если же теперь открыть окно, дверь

или зайти в комнату, то температурные значения, фиксируемые регистраторами, уже не будут одинаковыми, поскольку перемешивание воздуха в помещении приведет к неоднородностям температурного поля.

Поэтому, выбирая ту или иную схему измерения температуры, необходимо учитывать, что местоположение регистратора часто является чрезвычайно важным критерием при тестировании температурного поля. Особенно внутри изотермического кузова, оснащенного холодильной установкой, или в холодильной камере, работа которой обеспечивается компрессором, или на складе с приточной вентиляцией и т.д. Больше того, в зависимости от заполнения пространства грузом или хранящейся продукцией, ее свойств и габаритных размеров температура в одной и той же точке, например, холодильной камеры может быть различной. Флуктуации температуры в любой точке пространства, охлаждаемого холодильным агрегатом, часто связаны с особенностями его работы. Например, при мониторинге температуры в работающем холодильнике всегда можно наблюдать эпюры переключения компрессора. Часто охлаждение производится благодаря циркуляции воздуха вокруг груза или продукта и через него, что тоже может приводить к локальным неравномерностям температурного поля.

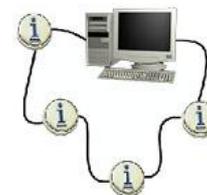
Поэтому прежде чем выбрать конкретную контрольную точку для размещения регистратора, необходимо убедиться, что его показания будут действительно объективно отражать состояние ревизуемого продукта. Для этих целей часто удобно вначале с помощью нескольких регистраторов выполнить тестирование температурного поля внутри пространства, которое должно впоследствии обслуживаться одним термографом. При этом необходимо обязательно соблюдать следующие правила:

1. По возможности использовать большое количество регистраторов.
2. В процедуре тестирования должны участвовать только регистраторы, корпуса которых не содержат механических повреждений.
3. Расположить их как можно более равномерно в тестируемом пространстве, обеспечив надежную теплоизоляцию каждого из них от металла, льда и т.д., что позволит производить измерение именно температуры воздушной массы.
4. Синхронизировать часы каждого из используемых регистраторов по единому эталону.
5. Выбрать для всех используемых устройств ТЕРМОХРОН одинаковое значение частоты регистрации. По возможности выбирать меньшую величину этого параметра, чтобы производить измерения, как можно чаще, фиксируя малейшие нюансы флуктуаций температурного поля.
6. Синхронизировать одновременный запуск, а следовательно и синхронную работу всех регистраторов по выполнению температурных преобразований (например, назначив их общий старт на один и тот же момент времени).
7. Использовать для считывания, обработки и представления результатов, полученных от каждого из регистраторов, одни и те же сертифицированные проверенные средства обслуживания.



Только при выполнении этих условий можно гарантировать объективность обследования температурного поля, в результате которого будет выбрана характерная контрольная точка, наиболее непредвзято характеризующая состояние контролируемого продукта.

А.9 Необходимо обеспечить многоточечный температурный мониторинг объекта с помощью нескольких устройств ТЕРМОХРОН. Однако снимать надежно закрепленные в рабочих точках регистраторы и затем вновь их устанавливать на прежнее место после считывания накопленной ими информации достаточно проблематично. Можно ли соединить все устройства ТЕРМОХРОН проводами, разместив их, например, в приемных устройствах типа Blue Dot? Какое программное обеспечение можно использовать при обслуживании такой измерительной системы?



Действительно, устройства ТЕРМОХРОН имеют все необходимые узлы для работы в составе так называемых 1-Wire-сетей. Т.е. соединив одноименные половинки корпуса нескольких “таблеток” DS1921 двумя проводами, можно, используя их индивидуальные адреса, обеспечить полномасштабное обслуживание каждого из устройств ТЕРМОХРОН с помощью одного мастера-ведущего, роль которого обычно исполняет персональный компьютер или специализированный контроллер. НТЛ ЭлИн также предоставляет средства поддержки для организации сетей на базе регистраторов iButton (<http://www.elin.ru/iB-Net/>). При эксплуатации в составе 1-Wire-сети регистраторы DS1921 могут не только обрабатывать присущие им функции, связанные проведением самостоятельного температурного мониторинга и накоплением информации, но и использоваться в качестве датчиков мгновенного значения температуры. Подобная сеть может содержать не только устройства ТЕРМОХРОН, но и другие компоненты, оснащенные 1-Wire-интерфейсом, которые позволяют легко обеспечить достаточно простую, и в тоже время весьма недорогую реализацию самых различных измерительных и управляющих функций. Более подробная информация о технологии и особенностях построения подобных систем расположена на специализированной странице “Технология 1-Wire-сетей” (<http://www.elin.ru/1-Wire/>).

Однако, поскольку особенности, связанные, в первую очередь, с организацией самой 1-Wire-магистральной, действительно существуют, то выбор приемных устройств типа Blue Dot (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#Blue Dot>) для подключения регистраторов ТЕРМОХРОН к такой сети не представляется удачным. И прежде всего, из-за конструкции этих приспособлений, значительно ухудшающей, за счет большого значения собственной емкости, характеристики обмена в 1-Wire-сети при параллельном соединении множества регистраторов DS1921. Более предпочтительным для сопряжения "таблеток" iButton с 1-Wire-магистралью является использование защелок типа DS9100A/C (<http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/DS9100A-DS9100C.pdf>) или DS9098 (DS9098P) (<http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/DS9098P.pdf>), а также простых зажимов типа DS9094 (<http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/DS9094F-DS9094FS.pdf>), т.е. аксессуаров, которые специально поставляются Maxim Integrated для оптимального сопряжения устройств в корпусах MicroCAN с электронными схемами. Именно такие подходы использованы в конструкциях адаптеров сетевого подключения корпусов MicroCAN (<http://www.elin.ru/iB-Net/?topic=iB-Box>), поставляемых НТЛ "ЭлИн".

Следует учитывать, что большинство программных средств обслуживания регистраторов DS1921 рассчитаны, как правило, для работы в системах "точка-точка" (один мастер - один абонент), они не могут быть использованы для сопровождения многоточечных систем (один мастер - несколько абонентов). Если ведущим 1-Wire-сети, состоящей из множества территориально рассредоточенных устройств ТЕРМОХРОН, является персональный компьютер, укомплектованный стандартным адаптером 1-Wire-магистральной, то в качестве стартового программного обеспечения подобной системы удобно воспользоваться программой iButton Viewer (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=soft#TV1>) или специализированным пакетом OneWireViewer (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=soft#TVVV>). Эти продукты свободно доступны. Если же требования или к внешнему виду программной оболочки, или к регламенту обслуживания устройств сети, или к порядку архивирования получаемой от них информации, являются специфическими, необходимо самостоятельно разработать собственное оригинальное программное обеспечение. При создании подобных программ удобно использовать функции, предоставляемые специализированными библиотеками профессионального пакета разработчика iButton-TMEX SDK (<http://www.maximintegrated.com/products/ibutton/software/windowsdk/index.cfm>), который содержит уже готовые процедуры поддержки специализированных абонентов в 1-Wire-сетях и предоставляется Maxim Integrated для большинства современных языков, операционных сред и средств разработки программного обеспечения.

Принимая решение о необходимости организации проводной сети, состоящей из нескольких устройств ТЕРМОХРОН, следует учитывать, что в этом случае теряется весь смысл в суперзащитных свойствах регистраторов DS1921. Поскольку недорогие варианты сопряжения "таблеток" iButton с 1-Wire-магистралью делают такие соединения в любом случае уязвимыми для воздействий внешней среды в виде воды, грязи, пыли, конденсата, инея и т.д. НТЛ "ЭлИн" решает задачу защиты устройств ТЕРМОХРОН в составе 1-Wire-сетей посредством изготовления специальных шлейфов-регистраторов iB-Bus-#-# (<http://www.elin.ru/iB-Net/?topic=iB-Bus>).

Файл	Содержание	Размер	Дата
 DS9094F-DS9094FS	Зажим iButton.		
 DS9098P	Установочная защелка iButton.		
 DS9100A-DS9100C	Зонд для iButton для установки на плату.		

А.10 Нас заинтересовало использование устройств ТЕРМОХРОН с целью контроля динамики температуры в жидких средах (для ревизии качества нашей продукции, добываемой из скважин). Однако в технических характеристиках на изделия DS1921 мы не обнаружили предельных значений рабочих давлений, которые может выдержать его корпус. Можно ли использовать ТЕРМОХРОН при высоких давлениях (более 5 атмосфер)?

Представляется, что использование устройства ТЕРМОХРОН при давлениях выше 5 атмосфер без применения дополнительного специального защитного кожуха невозможно. Действительно, ни в перечне технических характеристик, приведенных в паспортах на эти регистраторы (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=descr#pdf>), ни в основополагающем стандарте на семейство устройств iButton (<http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/standard.pdf>), к которому относится ТЕРМОХРОН, прямо значение величины давления, которое может выдержать корпус MicroCAN не указано. Однако есть ряд косвенных данных, позволяющих усомниться в том, что корпус MicroCAN способен выдерживать значительные давления без потери работоспособности содержащейся в нем электронной схемы. Так, с одной стороны, в разделе документа "iButton and MicroLAN Standards" (<http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/standard.pdf>), который посвящен механическим характеристикам устройств iButton, на стр.24 в подразделе "B. Stability" указано, что корпус MicroCAN способен выдерживать при ударе силовые воздействия до 110 Н, приложенные с любой стороны футляра. Эта же информация подтверждается отчетами о многочисленных тестах на устойчивость к ударным воздействиям для устройств, упакованных в корпуса MicroCAN, которые приведены в документе "DS19xx iButton Reliability Report" (http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/iButton_reliabilty.pdf). Причем эти испытания проводились согласно стандарту Mil-Std-883C, метод 2002.3, условия категории "А", с "таблетками" различных типов, в том числе и с теми, конструкция которых содержит встроенную батарею. С другой стороны в этом случае речь ведется о разовых ударных, а не постоянных силовых воздействиях.

Однако использование устройств ТЕРМОХРОН при глубоководных погружениях, даже при кратковременном погружении регистраторов DS1921 в воду на глубину ниже 1 м, без использования дополнительных средств защиты - НЕВОЗМОЖНО. Все-таки такой внешне мощный корпус устройств ТЕРМОХРОН больше предназначен для решения вопросов, связанных с устойчивостью к ударным воздействиям и воздействиям агрессивных сред, а не с удержанием высокого давления. В качестве подтверждения этого факта достаточно напомнить, что прокладка, изолирующая две

стальные половинки корпуса устройства ТЕРМОХРОН, выполнена из обычного полипропилена, который обеспечивает устойчивость к предельному статическому воздействию, направленному перпендикулярно плоскости корпуса "таблетки", только на уровне ~9 кг.

Однако проблема обеспечения работы уже очень популярных устройств ТЕРМОХРОН при высоких давлениях остается чрезвычайно насущной. Именно поэтому сегодня множество фирм в мире выпускают для ее решения специальные приспособления. Такие приспособления получили название *защитных капсул*.



Первой в 2001 году была фирма KOOLTRAK (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=links#K>), широко известная в Европе и Америке своими разработками в области поддержки технологии ТЕРМОХРОН. Она разработала специальное устройство под названием Waterproof logger (<http://www.kooltrak.com/data-loggers/217001.html>) или регистратор типа 217001, которое обладает очень широкими возможностями при использовании в качестве защищенного регистратора для мониторинга температуры. Это изделие имеет большую устойчивость к воздействию внешнего давления и водной среды, обеспечивая функционирование помещенной в него "таблетки" DS1921 при полном погружении в морскую воду на глубину до 100м.

Однако уже в 2002 году канадская инженеринговая фирма Alpha Mach Inc. (<http://www.alphamach.com/>) начала поставку целого семейства еще более уникальных конструкций. Они реализованы на базе устройств ТЕРМОХРОН, запечатанных в каучуковые и пластиковые, армированные стальной проволокой оболочки, значительно увеличивающие статическую механическую прочность помещенных в них компонентов, что позволяет погружать их без потери работоспособности в морскую воду на глубину до 3000 футов (~900м). Такие неразборные конструкции получили название глубоководных температурных регистраторов iVTag (теперь они имеют обозначение iVCod). Сегодня доступно несколько модификаций подобных устройств различных назначений. Обслуживание регистраторов iVCod производится с помощью стандартного набора аппаратно-программных средств, поставляемых компанией Maxim Integrated, и специальных клещей оригинальной конструкции, которые через особые отверстия в корпусе защитной оболочки позволяют обеспечить электрический контакт адаптера с обкладками DATA и GND каждой "таблетки". Сегодня уже тысячи регистраторов iVTag и iVCod работают по всему мировому океану, фиксируя температуру течений и придонных флуктуаций, а также выполняя температурный мониторинг миграции промысловых рыб самых различных видов.

Изготавливают подобные конструкции также и другие фирмы. Например:

- Инженеринговой фирмой ElbaTech и компанией Circolo Subacquei Teseo Tesei, оказывающей услуги с использованием аквалангистов, защищенные специальными капсулами регистраторы DS1921Z используются для мониторинга температуры плантаций морских моллюсков (<http://www.maximintegrated.com/products/ibutton/applications/index.cfm?Action=DD&id=29>) на итальянском Адриатическом побережье.
- Известный интегратор портативных регистраторов из Великобритании Signatrol Ltd. (<http://www.signatrol.com/>) поставляет в комплекте с устройствами ТЕРМОХРОН специальный аксессуар SL50-ACC01 (<http://www.signatrol.com/c/accessories>), который позволяет эксплуатировать их в агрессивных окружающих средах. Он изготовлен из легированной стали и состоит из двух вкручивающихся друг в друга частей, что обеспечивает находящейся между ними "таблетке" эффективную защиту при высоких внешних давлениях (до 10Бар или до 100м водяного столба).
- Американская фирма NexSens Technology, Inc. (<http://nexsens.com/>) разработала интересное конструктивное решение Underwater Housings DS9010K (http://nexsens.com/products/nexsens_ds9010k.htm) для защиты под водой температурных регистраторов iButton. Это оригинальные пластиковые капсулы для глубоководного мониторинга температуры, выдерживающие давление водяного столба до 100м и имеющие возможность жесткой фиксации на жестком кабеле или тросе.
- Аргентинская компания ARGHUS (<http://www.arghus.com/>), разрабатывающая законченные прикладные решения на базе регистраторов Thermochron iButtons, в том числе для ревизии безопасности доставки и хранения нефтепродуктов, находящихся под давлением, дополнительно защищает "таблетки" DS1921 стальными капсулами модификаций Dira I203 или Dira P203 (<http://www.arghus.com/diras.htm#zigzag>), дополняющих друг друга по эксплуатационным характеристикам.



Maxim Integrated тоже имеет в списке аксессуаров, поставляемых ею для "таблеток" iButton, защитную капсулу iButton Capsule с корпоративным обозначением DS9107 (<http://www.elin.ru/Protector/?topic=DS9107>), изготовленную из особого PPS-пластика, выдерживающего температуру до 200°C, а также воздействие химически агрессивных сред и давление водяного столба в 100 м.



НТЛ "ЭлИн" предлагает пользователям устройств ТЕРМОХРОН эффективные защитные капсулы Thermochron protector (http://www.elin.ru/Protector/?topic=tc_protector), изготавливаемые нашим коммерческим партнером НПФ "Инженерные технологии".

А.11 ТЕРМОХРОН, используемый для мониторинга температуры подишника агрегата и закрепленный для этого на вибрирующей поверхности, периодически выдает наборы абсолютно не достоверной информации (резкие скачки данных от минимума до максимума рабочего диапазона). Причем, если регистратор находится в

состоянии покоя, его показания всегда достоверны. Может, устройства ТЕРМОХРОН все-таки не устойчивы к вибрациям и ускорениям?

Нет, регистратор ТЕРМОХРОН, как и все остальные устройства семейства iButton, специально разрабатывался, для того, чтобы быть устойчивым к ударным нагрузкам и различным вибрациям. Это преимущество "таблеток" iButton, особо отмечено в 3 разделе "Mechanical Standards" основополагающего нормативного документа "[iButton and MicroLAN Standards](http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/standard.pdf)" (<http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/standard.pdf>), который специально посвящен обсуждению механических характеристик устройств iButton (см. на стр. 24 в подразделе "B. Stability"), где непосредственно указано, что корпус MicroCAN способен выдерживать пиковое ударное ускорение при однократном механическом ударе величиной не менее 500 g (где 1 g ~ 9,81 м/с²). Также стойкость к вибрационным воздействиям устройств, упакованных в корпуса MicroCAN, подтверждается отчетами о многочисленных тестах на вибрационную устойчивость, которые приведены в документе "[DS19xx iButton Reliability Report](http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/iButton_reliability.pdf)" (http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/iButton_reliability.pdf). Эти испытания проводились согласно стандарту Mil-Std-883C, метод 2005, условия категории "А", с "таблетками" различных типов, в том числе и с теми, конструкция которых содержит встроенную батарею. Однако в отличие от большинства выпускаемых в настоящее время устройств семейства iButton регистраторы DS1921 являются все-таки изделиями более сложными по внутренней конструкционной компоновке. В первых "Проектных (технических или инженерных) образцах", маркируемых фирмой, как ES1921L, а также в первых стартовых партиях промышленных устройств DS1921L, выпущенных до октября 2000 года, литиевые батарейки не были приварены к футляру MicroCAN по методу точечной сварки, а закреплялись в нем с помощью специальной пружины. Поэтому ситуация, описанная Вами, вполне могла иметь место. В настоящее время все промышленно выпускаемые устройства ТЕРМОХРОН имеют элементы питания, надежно приваренные к футляру MicroCAN по специальной технологии (см. [PRODUCT CHANGE NOTICE - F000102](http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/f000102.pdf)) (<http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/f000102.pdf>), поэтому повторение подобных ситуаций с изделиями, выпущенными после января 2000 года, невозможно. В противном случае это брак, претензии, по устранению которого, а также замену вышедших из строя устройств Вы должны требовать в установленном порядке у любого из официальных представителей компании Maxim Integrated.



Кроме того, многочисленные исследования поведения регистраторов семейства iButton при вибрационных воздействиях доказывают еще и тот факт, что штатная работа этих устройств обеспечивается, прежде всего, в случае надежного закрепления их корпуса на каком-либо объекте значительной массы (более чем в 100 раз превышающей массу самой "таблетки", которая составляет 3,3 г для корпусов MicroCAN модификации F5), пусть и находящимся под значительным вибрационным воздействием. Для такого крепления обычно применяют скобы-фиксаторы типа DS9093S или кольцевые замки [DS9093R#](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS9093S) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS9093S>). Если же "таблетка" испытывает вибрационное воздействие, не являясь достаточно жестко закрепленной относительно какого-либо массивного объекта (например, когда ее корпус находится в брелке ([DS9093A](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS9093A), [DS9093F](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS9093F), [DS9093N](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS9093N)) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS9093>) или в зажиме [DS9101](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS9101)) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS9101>), или же если она фиксирована на поверхности только с помощью двустороннего скотча типа [DS9096P](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS9096P) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS9096P>)), то проблемы, связанные с выпадением отдельных регистрируемых показаний все-таки могут наблюдаться, даже у устройств, которые имеют модернизированную конструкцию с приваренной к корпусу батарейкой. Аналогичная ситуация наблюдается и в тех случаях, когда регистраторы в корпусах MicroCAN непосредственно установлены в приемные устройства для съема с них информации, такие как, например, приспособления [DS1402x](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS1402) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=access#DS1402>) различных типов. Частота сбоя в подобных случаях особенно велика, если вибрационное воздействие и процесс считывания накопленных данных не разнесены во времени.



БАТАРЕЙКА ИЗ DS1921 С ПРИВАРЕННОЙ К НЕЙ КОНТАКТНОЙ ПЛОЩАДКОЙ

А.12 Можно ли подделать "температурную историю", зарегистрированную устройством ТЕРМОХРОН.

Данные о результатах температурного мониторинга, накапливаемые в любом из трех разделов памяти устройства ТЕРМОХРОН: буфере последовательных отсчетов, памяти пределов и памяти гистограмм, доступны любому средству обслуживания регистраторов DS1921 только для чтения. Это означает, что никто не может подделать или изменить результаты, накопленные устройством ТЕРМОХРОН, записав новую информацию поверх уже имеющихся данных, до тех пор, пока они содержатся в его памяти. Т.е. содержимое этих разделов памяти можно только либо прочитать, либо уничтожить, запустив новую рабочую сессию регистратора.



Более того, ни какими операциями по изменению содержимого регистра часов реального времени невозможно доказать, что информация, считываемая из памяти устройства ТЕРМОХРОН, и полученная какими-либо манипуляциями в течение определенного ревизуемого промежутка времени, истинна, если в момент ее извлечения показания узла часов "таблетки" DS1921 были корректны (т.е. совпадают с текущим временем). А наличие в составе регистратора DS1921 уникального индивидуального идентификационного номера, прописанного в его памяти и выгравированного на его корпусе, гарантирует, что одно устройство ТЕРМОХРОН не может быть подменено другим.

Кроме того, попытка записи в любой сегмент памяти устройства ТЕРМОХРОН, доступ к которому регламентирован архитектурой регистратора DS1921 только для чтения, приведет к остановке текущей сессии и появлению в специальном сигнальном разряде секретности отметки о фиксации узлом общего управления "таблетки" попытки несанкционированного доступа.

Вопросы реализации встроенного аппаратно-программного механизма защиты от фальсификации зарегистрированной устройством ТЕРМОХРОН информации подробно разъясняются в документе "[White Paper 7: Thermochron Mission Authentication and Security](http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/wp7.pdf)" (<http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/wp7.pdf>), который подготовлен специалистами

Maxim Integrated. Там же обсуждаются способы реализации дополнительного метода защиты от несанкционированной эксплуатации этих регистраторов с помощью известной криптографической методики HMAC, регламентируемой нормативами ISO/EC 9797-3 и RFC 2104, и использующей для этих целей случайные опознавательные коды, сохраняемые в свободных ячейках дополнительной памяти каждой “таблетки” DS1921.



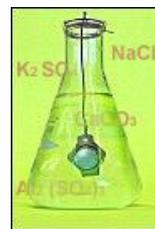
Однако невозможность фальсификации результатов, хранящихся в памяти устройств ТЕРМОХРОН, к сожалению, полностью не снимает вопроса о защите данных, накопленных этими популярными регистраторами. Действительно, после того, как данные с зафиксированной “температурной историей” извлечены из памяти “таблетки” DS1921 тем или иным средством ее обслуживания и преобразованы в удобочитаемую форму, комфортно воспринимаемую пользователем или специализированными пакетами обработки (например, MS Excel), их подделка уже, как правило, не составляет труда. Особенно, если они хранятся в электронном виде. Это затруднение было осознано потребителями электронного регистрирующего оборудования задолго до появления самих устройств ТЕРМОХРОН. Поэтому, в 1991 году компании и организации фармацевтической, продовольственной и других отраслей США, согласные с важностью этой проблемы в отношении любых используемых ими измерительных средств, поставляющих результаты на безбумажных носителях, обратились в Управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными средствами (FDA) (<http://www.fda.gov/>) с целью организации процедур и разработки нормативов, связанных с защитой электронных данных от фальсификации. Уже в июле следующего года FDA издал предварительное уведомление с предложениями и основными принципами таких правил. Окончательная редакция этих положений, с учетом пожеланий представителей фармацевтических и продовольственных компаний, а также медицинских учреждений и поставщиков биологической продукции, содержащая условия достоверности для электронных отчетов и электронных подписей, была издана в августе 1997 года. А старт их применению под контролем структур FDA был дан в январе 2000 года. Все эти правила были сведены в документ под названием «Требования безопасности 21 CFR Part 11» (Title 21, Code of Federal Regulations, Part 11) (http://www.fda.gov/ora/compliance_ref/part11/). Он устанавливает критерии FDA, по которым электронные отчеты считаются эквивалентными по достоверности отчетам, подготовленным на бумажных носителях, а электронные эквиваленты подписей традиционным рукописным подписям.

В настоящее время множество производителей электронных регистраторов по всему миру поставляют на рынок продукцию, полностью удовлетворяющую по безопасности регистрируемых данных требованиям 21 CFR Part 11 FDA, а сами эти правила постепенно становятся общепризнанными, трансформируясь в универсальный международный стандарт. Такие же тенденции по защите данных все более доминируют и на международном рынке средств поддержки технологии ТЕРМОХРОН. Например, филиладельфийское подразделение известного биотехнологического концерна OPULUS (<http://www.pyrobutton.com/>) поставляет на рынок высокоточные регистраторы PyroButton-XX, ориентированные на решение задач ревизии качества пищевой и фармацевтической продукции, в основе которых использованы “таблетки” iButton. При этом все разрабатываемые этой компанией средства поддержки соответствуют требованиям 21 CFR Part 11 FDA (http://www.opulus.com/21_cfr_part_11_compliant_products/). А шведская фирма TSS AB (<http://www.tss.se/start.jsp>) предлагает специализированные программные пакеты для поддержки регистраторов iButton, эксплуатируемых в качестве термоиндикаторов обеспечения Холодовой цепи различной фармацевтической продукции, также полностью удовлетворяющие спецификации 21 CFR Part 11 (http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/CCIS_product_sheet.pdf).

Файл	Содержание	Размер	Дата
 wp7	Обоснование эффективности защиты от подделки температурных значений, содержащихся в памяти устройств ТЕРМОХРОН, и разъяснение применения алгоритма HMAC для дополнительной защиты от несанкционированной эксплуатации этих регистраторов. (Maxim Integrated, Engl.)		

А.13 Каков точный химический состав элементов корпуса устройств ТЕРМОХРОН?

Поскольку устройства ТЕРМОХРОН относятся к семейству микросхем iButton и поэтому упаковываются в корпуса MicroCAN, то для ответа на этот вопрос следует обратиться к документу "DS19xx iButton Reliability Report" (http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/iButton_reliability.pdf), в котором содержится наиболее полная информация об особенностях их конструкции и физических свойствах. В главе 2.0 под названием "DS19xx Touch Memory Family Characteristics" этого документа, как раз обсуждаются вопросы, связанные с особенностями химического состава элементов корпуса MicroCAN. Перевод этой главы, выполненный специалистами НТЛ “Элин”, представлен в следующем ниже файле. Интересно, что именно этот документ предоставлялся, в том числе, при получении российских гигиенических сертификатов на устройства ТЕРМОХРОН. Такие сертификаты, представляющие собой *Санитарно-эпидемиологические заключения*, выдавались Роспотребнадзором РФ на устройства ТЕРМОХРОН дважды. Первый раз на срок с 2002 года по 2007 год, а затем на срок с 2007 года по 2012 год. Эти документы подтверждали *полную биологическую и химическую инертность* материалов из которых изготовлены корпуса, в которые упакованы устройства ТЕРМОХРОН. Однако в связи с вступлением в 2010 году России в Таможенный союз практика выдачи подобных Санитарно-эпидемиологических заключений была прекращена, а действие уже выданных подобных документов было прекращено.



Развивая собственное производство в соответствии с Директивой Евросоюза 2002/95/EC от 07.06.2002 г. "Ограничение на опасные вещества" (RoHS-Restriction of Hazardous Substances) компания Maxim Integrated перешла на перспективные бессвинцовые RoHS-технологии (<http://www.maximintegrated.com/products/ibutton/rohs/>) изготовления микросхем iButton и аксессуаров для их поддержки. Поэтому все поставляемые с середины 2007 года устройства ТЕРМОХРОН отвечают требованиям RoHS, но в качестве исключения все-таки содержат свинец. Т.е. при пайке плат электронной схемы любого устройства ТЕРМОХРОН используется оловянно-свинцовый припой. Но все места пайки находятся при этом внутри герметичного корпуса и конечный пользователь ЭЛН к местам пайки доступа не имеет. Доступ

к элементам конструкции регистратора содержащим свинец появляется только при разрушении (разборке) устройства ТЕРМОХРОН. Однако в этом случае его полноценная эксплуатация невозможна.

Для версий микросхем iButton без содержания свинца в конце обозначения изделия добавляется знак "+", если же устройство iButton отвечает всем требованиям RoHS, но все-таки содержит свинец в качестве исключения, то добавляется знак "#". Любые, выпускаемые начиная 2007 года устройства ТЕРМОХРОН, содержат свинец в качестве исключения и имеют обозначения: DS1921G-F5#, DS1921Z-F5#, DS1921H-F5#, а при гравировке на корпусе устройства соответственно маркировку: DS1921G#F5, DS1921Z#F5, DS1921H#F5.

Получить точную информацию о наличии тех ли иных материалов и их количествах в составе любой из микросхем, поставляемых корпорацией Maxim Integrated, можно на специализированной web-странице Lookup Lead-Free/RoHS Products and Content Data (http://www.maximintegrated.com/emmi/content_lookup.cfm). Для этого необходимо лишь ввести в особом поле {Part Number} обозначение интересующего устройства, а затем выбрать точный тип его исполнения.

Файл	Содержание	Размер	Дата
 iBRR_2	Перевод Главы 2 из документа "DS19xx iButton Reliability Report" от Dallas Semiconductor Corp. (НТЛ "ЭлиН", Rus.).		
 certif-1	Копия санитарно-эпидемиологического заключения 2002-2007 года		
 certif-2			
 cert_med_color1	Копия санитарно-эпидемиологического заключения 2002-2007 года (300 dpi, цветное изображение)		
 cert_med_color2			
 c1	Копия санитарно-эпидемиологического заключения 2007-2012 года		
 c2			
 c1_300	Копия санитарно-эпидемиологического заключения 2007-2012 года (300 dpi, цветное изображение)		
 c2_300			

А.14 Как появились устройства ТЕРМОХРОН? С какими событиями были связаны особенности продвижения этих уникальных регистраторов на рынке?

Устройства класса Data Logger (сборщики данных или логгеры), предназначенные для непрерывного мониторинга температуры хранения и транспортировки различной продукции, существуют достаточно давно. В таких странах, как США, Австралия, Аргентина и Канада, где климат, неблагоприятный для хранения чувствительной к температуре продукции (и прежде всего, продуктов питания и медикаментов), сочетается с большими расстояниями, покрываемыми благодаря, в основном, автомобильному транспорту, идея о независимом контроле температуры перевозимого груза была сверхактуальной и разработка подобных устройств постоянно стимулировалась. Сначала это были только механические самопишущие приборы различных конструкций, использующие для фиксации информации бумажные или магнитные носители. Затем, с развитием электроники, особенно с появлением микропроцессоров, интегральных датчиков температуры и энергонезависимой памяти большого объема, подобные устройства начали изготавливать без применения механических узлов, необходимость чего обуславливалась сложными, зачастую сверхнеблагоприятными условиями их эксплуатации (высокой влажностью, грязью и пылью, низкими или напротив высокими температурами и т.д.). Множество ведущих сегодня мировых производителей сделали немалые деньги на решении подобных задач и разработали множество приборов-логгеров с самыми различными характеристиками. К подобным компаниям относятся в первую очередь Onset (<http://www.onsetcomp.com/>), Gemini (<http://www.gemindataloggers.com/>), EBRO (<http://www.ebro.de/>), ETI (<http://thermometer.co.uk/>), Testo (<http://www.testo.com/>) и т.п. Почти каждый прибор и техническое решение этих компаний были шедеврами с точки зрения технологии и инженерной мысли, но в то же время имели очень высокую цену. Это было обусловлено, с одной стороны, специфическим рынком сбыта подобных устройств, а с другой - предъявляемыми к ним высокими эксплуатационными и метрологическими требованиями. Однако у времени свои законы, и с повышением цивилизованности задача независимого термоконтроля на всех этапах изготовления, транспортировки и хранения потребляемой человечеством продукции становилась все более актуальной.

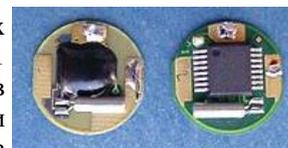


В этой ситуации, как и во многих иных, специалисты компании Dallas Semiconductor предложили гениальное по простоте и красоте решение - использовать в качестве регистратора температурных значений устройство iButton, размещенное в стальном корпусе MicroCAN толщиной 0,25 мм. Но для реализации этой идеи понадобилось проделать путь продолжительностью в десять лет от простейшего домофонного ключа DS1990A, содержащего только индивидуальный идентификационный номер, к высокоинтегральным конструкциям DS1921, схема которых дополнительно включает температурный датчик, часы реального времени, более 2,5 Кбайт энергонезависимой памяти, интеллектуальную схему управления и литиевый источник питания. Разработав массово выпускаемый температурный регистратор весом ~3,3 г и максимальным габаритным размером 17 мм, удовлетворяющий классу защиты IP56, который может эксплуатироваться в течение 10 лет без каких-либо дополнительных источников энергии, и подводящих проводов, и обеспечивает при этом точность $\pm 1^\circ\text{C}$, Dallas Semiconductor Corp. обошел в классе подобных задач практически всех конкурентов, оставив для поставляемых ими изделий более экзотические ниши. При этом, был кропотливо использован весь опыт, наработанный предшественниками при создании температурных логгеров различных типов, реализованных на дискретных компонентах. Первая обкатка нового устройства состоялась после появления на рынке микросхем для организации сбора информации типа DS1615 и DS1616. Однако последовавший затем выпуск устройств



ТЕРМОХРОН поднял это рядовое интегральное решение на совершенно иной уровень. В результате получилась уже не микросхема-полуфабрикат, участь которой определяет то, как именно ее применит разработчик конечного устройства, но полностью функционально и конструктивно завершенный измерительный прибор-регистратор, который может, и даже должен быть подвержен отдельной процедуре сертификации.

Первый ТЕРМОХРОН должен был появиться в 1998 году. Но по заказу государственных силовых структур США почти год практически все изготавливаемые регистраторы DS1921 закупались для нужд контроля температуры хранения и транспортировки спецматериалов (в основном боеприпасов и различных химических соединений). Поэтому реально доступными на мировом рынке первые устройства ТЕРМОХРОН стали только в начале 1999 года, и в конце этого же года они появились в России. Это были модификации DS1921L-F5, предназначенные для регистрации температуры в диапазоне от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$ с минимальной градацией регистрируемой температуры $0,5^{\circ}\text{C}$ и погрешностью измерения $\pm 1^{\circ}\text{C}$. А уже в начале 2001 года было объявлено о выпуске модификации DS1921H-F5 с диапазоном регистрации от $+15^{\circ}\text{C}$ до $+46^{\circ}\text{C}$, удобном для мониторинга температуры тел живых систем (и, прежде всего, человека), и модификации DS1921Z-F5 с диапазоном регистрации от -5°C до $+26^{\circ}\text{C}$, лучше всего подходящим для целей контроля температуры в районе 0°C . Благодаря сужению диапазона регистрации в 4 раза эти модификации устройств ТЕРМОХРОН имеют минимальную градацию регистрируемой температуры $0,125^{\circ}\text{C}$, но погрешность измерения при этом осталась прежней — $\pm 1^{\circ}\text{C}$.



ЭЛЕКТРОННЫЕ СХЕМЫ РЕГИСТРАТОРОВ DS1921, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ ДО (СПРАВА) И ПОСЛЕ (СПРАВА) ЯНВАРЯ 2006 ГОДА.

Практически сразу с началом эксплуатации первых устройств ТЕРМОХРОН модификации DS1921L-F5 появились довольно существенные проблемы. Они были связаны с невозможностью обеспечить при массовом производстве заявленную погрешность измерения $\pm 1^{\circ}\text{C}$ во всем диапазоне регистрируемых температур от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Это в свою очередь объяснялось заменой батареи питания [TL-5186](http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/tl-5186.pdf) (http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/tl-5186.pdf) фирмы Tadiran U.S. Battery Division, которая использовалась на этапе разработки регистраторов, на более дешевый и удобный по конструкции (для массового выпуска) элемент от фирмы PANASONIC Inc. (подробнее см. [A.4](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a4) (http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a4)), поскольку она отдавала меньше энергии при низких температурах. Тогда было объявлено, что взамен модели DS1921L-F5 будет выпущен ряд ее модификаций, отличающихся лишь границей нижнего диапазона регистрируемых температур: DS1921L-F51 - от -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$, DS1921L-F52 - от -20°C до $+85^{\circ}\text{C}$, DS1921L-F53 - от -30°C до $+85^{\circ}\text{C}$, DS1921L-F50 - от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Предполагалось, что разные по цене устройства все-таки будут работать в этих диапазонах, обеспечивая погрешность регистрации на уровне $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Однако и эта программа не была выполнена. По существу, стабильно поставлялись лишь регистраторы DS1921L-F51 и DS1921L-F52, и от случая к случаю модификация DS1921L-F53. А модель DS1921L-F50 вообще не была выпущена ни разу. Вдобавок, после того как перспективнейшие регистраторы DS1921L-F51 и DS1921L-F52 были сертифицированы во многих странах в качестве штатных независимых термоиндикаторов (и при этом подвергались дополнительным многократным жестким независимым испытаниям), выяснилось, что погрешность $\pm 1^{\circ}\text{C}$ не достижима для этих устройств и в малой области верхнего диапазона регистрации.

Затем, начиная с конца 2001 года, после поглощения компании Dallas Semiconductor, вместе с ее подразделением iButton, корпорацией Maxim Integrated Products, последовала более чем годовая задержка доступности устройств ТЕРМОХРОН любых модификаций. Она была вызвана общими проблемами, связанными с обеспечением технологического процесса изготовления этих регистраторов, которые проявились после перевода оборудования для их производства из Техаса на Филиппины с целью повышения рентабельности. Но на новых площадях в силу целого ряда неучтенных ранее климатических, технологических и социальных факторов не удалось обеспечить должного уровня качества продукции. А последовавшее за этим отсутствие на рынке в течение полутора лет уже ставших популярными устройств посеяло стойкий пессимизм в многочисленные ряды их приверженцев. Ситуация начала стабилизироваться лишь в начале 2003 года, когда корпорация Maxim Integrated Products возобновила регулярные поставки регистраторов DS1921 после возвращения технологического процесса в Техас. Тем не менее, решить при этом проблему обеспечения точности, заявленной во всем диапазоне регистрации устройств ТЕРМОХРОН, даже с учетом ввода подмодификаций DS1921L-F5#, все-таки не удалось. Тогда от всех покупателей устройств ТЕРМОХРОН модификаций DS1921L-F5# производитель стал требовать согласия на поставку изделий, имеющих отклонения от Data Sheet (см. например, [Waiver to Ship Non-Conforming Product №02-0053](http://www.elin.ru/Thermochron/images/waiver1921.gif) (http://www.elin.ru/Thermochron/images/waiver1921.gif), [Waiver to Ship Non-Conforming Product №02-0089](http://www.elin.ru/Thermochron/images/Waiver02-0089.gif) (http://www.elin.ru/Thermochron/images/Waiver02-0089.gif), [Waiver to Ship Non-Conforming Product №03-0127](http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/waiver_ds1921l-fX.pdf) (http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/waiver_ds1921l-fX.pdf) и другие подобные протоколы об изменениях в программе поставок устройств ТЕРМОХРОН). А сами регистраторы стали при этом маркироваться дополнительной литерой "-W", выгравированной на их корпусе. Однако поскольку к этому моменту множество государственных служб и крупных коммерческих структур по всему миру уже сертифицировали устройства ТЕРМОХРОН в качестве штатных термоиндикаторов для целей обеспечения регламентов санитарно-эпидемиологического контроля при производстве, хранении и транспортировке продовольствия и медикаментов, несоответствие поставляемых на рынок изделий DS1921 ранее заявленным метрологическим характеристикам оказалось неприемлемым. Поэтому в октябре 2003 года фирма объявила о снятии с производства всех "таблеток" модификаций DS1921L-F5# и выпуске новой модификации DS1921G-F5, которая отличается от прежних только лишь иным рядом погрешностей регистрации в различных рабочих диапазонах (см. [здесь](http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/DS1921GTransition.pdf) (http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/DS1921GTransition.pdf)). А именно, при общем диапазоне регистрации от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$ погрешность измерения $\pm 1^{\circ}\text{C}$ достижима в диапазоне от -30°C до $+70^{\circ}\text{C}$, а в диапазонах от -40°C до -30°C и от $+70^{\circ}\text{C}$ до $+85^{\circ}\text{C}$ она может составлять $\pm 1,3^{\circ}\text{C}$.



В ноябре 2004 года корпорация Maxim Integrated Products, пользуясь правом монополиста на мировом рынке дешевых миниатюрных защищенных регистраторов, директивно увеличила в полтора раза розничную цену на устройства

ТЕРМОХРОН любой модификации (с 17\$ до 25\$ за 1 шт.). А уже в течение 2005 года технологические мощности, предназначенные для производства “таблеток” DS1921, все-таки были подготовлены к выпуску полностью кондиционной продукции на Филиппинах. Этому способствовал переход на новое, намного более технологичное и надежное конструктивное решение. Если раньше полупроводниковый кристалл электронной схемы регистратора заливался на плате компаундом, то теперь он стал упаковываться в стандартный пластиковый корпус SO-16 для микросхем поверхностного монтажа, а уже затем паяться на плату. Поэтому, начиная с января 2006 года, все потребители начали получать устройства ТЕРМОХРОН, произведенные южно-азиатскими подразделениями компании Maxim Integrated Products. Это позволило значительно увеличить объем выпускаемых изделий DS1921, а также разгрузить производственные мощности в Техасе для выпуска новых регистраторов iButton типа DS1922/23.

Представляется, что с появлением регистраторов семейства iButton Data Loggers (<http://www.elin.ru/iBDL/>), более совершенных по архитектуре, характеристикам и возможностям, история развития устройств ТЕРМОХРОН завершится. Однако это не означает, что они прекратят свое существование. Напротив, из ниши недорогих температурных логгеров их еще долгое время не сможет вытеснить устройство какой-либо другой конструкции. В любом случае его производителю для этого потребуется совершить действительно революционный скачок либо в точности измерения температуры, либо в обеспечении надежности работы при суперэкстремальных условиях, либо в эффективности способа обмена информацией, и все это при соблюдении того же невысокого ценового диапазона, в котором находятся устройства ТЕРМОХРОН.

Сразу после поглощения в 2001 году компании *Dallas Semiconductor*, тогда ещё *Maxim Integrated Products Inc.*, важность этого события и значимость продукции, поставляемой поглощенной фирмой, была особо подчеркнута в названии новой объединённой компании — *Dallas Semiconductor / Maxim Integrated Products Inc.* Постепенно это название нивелировалось. Сначала в *Dallas - Maxim Integrated Products Inc.* Затем в *Maxim/Dallas Integrated Products Inc.* В 2009 году название компании вернулось к первоначальному виду - *Maxim Integrated Products Inc.*, а упоминание о компании *Dallas Semiconductor Corp.* было низведено до уровня исторической справки об одной из компаний, поглощённых когда-то *Maxim Integrated Products Inc.* В сентябре 2012 года концерн *Maxim Integrated Products* официально объявил о смене своего прежнего наименования на новое сокращённое - компания *Maxim Integrated*, которая имеет в своём составе подразделение по тестированию микросхем в Далласе (<http://www.maximintegrated.com/company/locations/north-america/us-south/#tx-dallas>). Поэтому теперь историческую справку о некогда знаменитой своими достижениями в области разработки уникальных электронных изделий компании *Dallas Semiconductor* (разработчике устройств iButton и в том числе логгеров ТЕРМОХРОН) можно найти только в Википедии (http://en.wikipedia.org/wiki/Dallas_Semiconductor). А, когда-то профильный Интернет-ресурс с оригинальным названием <http://www.iButton.com/>, поддерживаемый прежде *Dallas Semiconductor Corp.*, теперь получил обычный адрес одного из второстепенных подразделов корпоративного сайта компании Maxim Integrated (<http://www.maximintegrated.com/products/ibutton/>).



A.15 Чем подтверждена надежность эксплуатации устройств ТЕРМОХРОН?

Компания Maxim Integrated, непосредственный производитель устройств ТЕРМОХРОН, придаёт громадное значение вопросам поддержания высокого качества и обеспечению эксплуатационной надежности выпускаемой продукции. Отдельная страница Quality Assurance and Reliability Overview (<http://www.maximintegrated.com/qa/>) корпоративного сайта компании Maxim Integrated посвящена исключительно вопросам качества и надежности. В её разделах подробнейшим образом описаны технологические подходы, используемые компанией Maxim Integrated при изготовлении полупроводниковой продукции, а также приведены копии сертификатов, удостоверяющие, что все изделия производятся в соответствии стандартами качества ISO9000 (см. здесь (http://www.maximintegrated.com/qa/quality/iso_certification/)), общепринятыми на сегодня в мире.



Работа по изучению надежности устройств, упакованных в корпуса MicroCAN (а именно к этому семейству микросхем принадлежат регистраторы ТЕРМОХРОН), ведется специалистами Maxim Integrated совместно с представителями известного международного центра независимой сертификации Underwriters Laboratories Inc. (UL) (<http://www.ul.com/global/eng/pages/>), начиная с 1992 года. При этом все устройства подобной конструкции подвергаются тестам и испытаниям на воздействие самых различных внешних физических, и даже химических факторов, в полном соответствии с рекомендованными UL международными методиками. Отчет о результатах этих испытаний можно получить из документа "DS19xx iButton Reliability Report" (http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/iButton_reliability.pdf). Результаты испытаний на соответствие устройств ТЕРМОХРОН требованиям UL подтверждено специальным сертификатом (http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=certif#UL_TH).

Кроме того, надежность работы именно устройств ТЕРМОХРОН подтверждается тестами, производимыми для каждого законченного технологического цикла производства "таблеток" DS1921. При этом испытаниям подвергаются отдельные образцы, избираемые методом случайной выборки из партий готовых изделий. Ниже представлены примеры стандартных отчетов по результатам подобного тестирования для устройств ТЕРМОХРОН различных модификаций и технологических модернизаций (ревизий).

Файл	Содержание	Размер	Дата
 DS1921L-F52	Отчет об испытаниях на надежность модификации DS1921L-F52 (Dallas Semiconductor Corp., Engl.).		
 DS1921_A5A6	Отчет об испытаниях на надежность продукции модификаций DS1921L ревизий A5,A6 (Maxim Integrated, Engl.).		
 DS1921L	Отчет об испытаниях на надежность модификации DS1921L ревизии B3 (Maxim Integrated., Engl.).		
 DS1921B2	Отчет об испытаниях на надежность продукции модификаций DS1921H/Z ревизий B1,B2 (Maxim Integrated., Engl.).		
 DS1921B3	Отчет об испытаниях на надежность продукции модификаций DS1921 H/Z ревизии B3 (Maxim Integrated., Engl.).		
 DS1921_H	Отчет об испытаниях на надежность продукции модификации DS1921H ревизии iButton F50 w/IC's (Maxim Integrated., Engl.).		
 DS1921_G	Отчет об испытаниях на надежность продукции модификации DS1921G ревизии B (Maxim Integrated, Engl.).		
 DS1921_C1	Отчет об испытаниях на надежность продукции для DS1921# ревизии C1 (Maxim Integrated, Engl.).		

А.16 Как расценивать особое примечание, появившееся в Data Sheets на все модификации устройств ТЕРМОХРОН в мае 2004 года?

Озабоченность пользователей этим предупреждением является абсолютно понятной и закономерной. Действительно, трактовка этого положения ставит под сомнение вообще возможность осуществления температурного мониторинга с использованием регистраторов iButton в большинстве наиболее актуальных применений. Вот буквальный текст содержимого этого предупреждения:



" WARNING: Not for use as the sole method of measuring or tracking temperature and/or humidity in products and articles that could affect the health or safety of persons, plants, animals, or other living organisms, including but not limited to foods, beverages, pharmaceuticals, medications, blood and blood products, organs, flammable, and combustible products. User shall assure that redundant (or other primary) methods of testing and determining the handling methods, quality, and fitness of the articles and products should be implemented. Temperature and/or humidity tracking with this product, where the health or safety of the aforementioned persons or things could be adversely affected, is only recommended when supplemental or redundant information sources are used. Data logger products are 100% tested and calibrated at time of manufacture by Maxim to ensure that they meet all data sheet parameters, including temperature accuracy. User shall be responsible for proper use and storage of this product. As with any sensor-based product, user shall also be responsible for occasionally rechecking the temperature accuracy of the product to ensure it is still operating properly."

Теперь приводим перевод этого абзаца, отточенный множеством итераций и согласований:

"ВНИМАНИЕ: Эти регистраторы не могут быть рекомендованы в качестве единственных или основных (эталонных) устройств при решении задач контроля или отслеживания температуры и (или) влажности в продуктах и изделиях, которые могут повлиять на здоровье и безопасность людей, растений, животных, или других живых организмов (включая, но не ограничиваясь), как то: еда, напитки, лекарства, медицинские препараты, кровь и ее продукты, донорские органы, воспламеняющиеся и горючие вещества. Пользователь должен предусмотреть дополнительное применение дублирующих (или других основных) методов контроля продуктов и изделий, а также определить методики обращения с ними, не влияющие на их качество и обеспечивающие их совместимость с этими регистраторами. В тех случаях, когда возможны неблагоприятные воздействия на здоровье и безопасность вышеупомянутых объектов, мониторинг температуры и (или) влажности с помощью этих регистраторов рекомендуется производить только при использовании других дополнительных или резервных источников информации. Регистраторы проходят 100%-ный контроль и калибровку при изготовлении Maxim Integrated, что гарантирует их соответствие заявленным характеристикам, включая погрешность измерения температуры. Однако пользователь непосредственно несет ответственность за правильность использования этих регистраторов по назначению, а также за точность соблюдения в отношении них правил хранения и методов дополнительной калибровки. Как и в случае с любым измерительным прибором, пользователь должен ответственно относиться к периодическим поверкам величины погрешности температурных измерений, выполняемых этими регистраторами, чтобы быть уверенным, что точность регистраторов соответствует нормируемым в их паспорте метрологическим характеристикам."

Далее приводим трактовку Примечания 17 из описания на логгеры модификации DS1921G-F5 или аналогичного Примечания 18 из описания на логгеры модификаций DS1921H-F5 и DS1921Z-F5, как ее понимают специалисты НТЛ "ЭлИн":

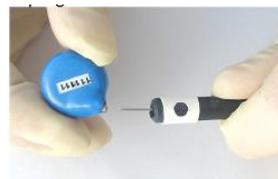
1. Поскольку это замечание относится к пункту, связанному с точностью измерений, выполняемых регистратором ТЕРМОХРОН, оно регламентирует необходимость и обязанность периодической поверки и подтверждения его метрологических характеристик. С другой стороны, в этих же описаниях в разделе "APPLICATION" указывается прямое назначение обсуждаемых регистраторов, которые позиционируются, как идеальное средство для обеспечения функций мониторинга температуры продуктов и медикаментов.
2. Неверная методика применения регистратора может привести к неверным результатам и выводам о зафиксированных значениях температуры и, следовательно, о качестве контролируемого продукта. Производители регистратора не несут ответственности за правильность избранной пользователем методики применения регистраторов.
3. Осуществление только температурного контроля продукта не может являться полной гарантией его безопасности.

В заключении необходимо добавить, что появление этого пункта Примечаний во всех Data Sheets устройств ТЕРМОХРОН и других регистраторов iButton представляется неизбежным в условиях юридических изысков и особенностей правовой системы США. Там в технической документации даже на любую электрику (провода, выключатели, лампы и т.д.) обязательно принято упоминать, что эти изделия ни в коем случае не должны использоваться в применениях, связанных непосредственно со здоровьем людей (в первую очередь в области медицины). В противном случае, если это не оговорено отдельно, существует высокая вероятность возбуждения уголовных дел и списывания издержек на фирму-производителя, например, при перегорании лампы или отказе выключателя в ходе медицинской операции. Подтверждением подобных казусов служит масса достоверных примеров, наиболее показательным из которых является сентенция из предупреждения в пользовательской документации операционной системы Windows NT 4.0, которая категорически запрещает применять данный продукт при организации систем энергетики и при создании медицинских систем. Однако большинство именно этих направлений в течение как минимум десятка лет использовали именно это программное решение, как наиболее надежное в перечисленных областях.

A.17 ТЕРМОХРОН имеет небольшие размеры и вес, но он все-таки велик для наших применений – мониторинга температуры тел грызунов. Существуют ли варианты более миниатюрных конструкций устройств ТЕРМОХРОН, материал внешней оболочки которых приспособлен к свойствам тела животных?

Действительно, благодаря популярности применения регистраторов DS1921 при различных исследованиях в областях зоологии и ихтиологии, их миниатюрные конструкции достаточно давно доступны на мировом рынке. Ниже представлено несколько наиболее типичных примеров таких регистраторов, реализованных в рамках технологии ТЕРМОХРОН.

Инжиниринговая канадская компания SubCue Dataloggers (<http://www.subcue.com/>) выпускает уникальные по конструкции и исполнению варианты регистраторов ТЕРМОХРОН под наименованием SubCue-Mini Datalogger. Все работы по их изготовлению производятся в тесном сотрудничестве с Maxim Integrated, а потому электронная начинка этого изделия полностью идентична используемой при производстве штатных вариантов компонентов DS1921. Однако несущее основание электронной схемы, кварцевый резонатор, батарея питания и корпус всей конструкции регистратора значительно уменьшены в габаритах. Это позволило создать электронный термограф весом менее 1,5г, диаметром 1,5см и толщиной 0,5см, который может выполнять непрерывные преобразования в течение 2 лет. С внешней стороны корпус новой конструкции покрыт специальным термостойким биологически инертным силиконом и имеет наклейку с индивидуальным номером. В качестве узла сопряжения с внешними средствами поддержки использован миниатюрный двухконтактный разъем. Для подключения к нему применяется специальный двухпроводной шуп-игла, выход которого подключается к стандартному адаптеру 1-Wire-интерфейса для COM-порта персонального компьютера. Поскольку схема такого регистратора полностью идентична схеме устройства ТЕРМОХРОН, любые программы поддержки "таблеток" DS1921 могут использоваться для сопровождения устройств SubCue-Mini Datalogger. Для обеспечения полной герметичности изделия, после запуска новой сессии разъем информационного обмена закрывается водостойким клеем. При необходимости повторного сопряжения со средствами обслуживания, например, для извлечения из памяти регистратора накопленной им информации, клей удаляется с разъема растворителем. Устройства SubCue-Mini Datalogger, с учетом их полной биологической совместимости, ориентированы, прежде всего, на прикладные зоологические и биологические исследования. Кроме того, они применяются для решения практических проблем фармацевтики (в том числе при исследованиях в областях токсикологии, фармакологии, общей физиологии и т.д.). Ориентировочная розничная цена подобного сверхминиатюрного температурного регистратора составляет ~200\$.



Уже давно зарекомендовавшая себя массой интересных решений в области развития конструкции устройств ТЕРМОХРОН канадская океанографическая фирма Alpha Mach Inc. (<http://www.alphamach.com/>) занимается разработкой и изготовлением электронной оснастки и приспособлений для морского судоходства, подводных работ, рыболовства и океанографии. Аппаратуру, производимую этой компанией, используют при проведении глубоководных исследований многие университеты и институты в США и в Европе. Большое внимание в разработках фирмы уделяется, в том числе, вопросам температурного мониторинга для целей ихтиологии. Характерным примером такого применения может являться оригинальная конструкция регистратора, который закрепляется непосредственно на одном из боков тела рыбы, уравниваясь с другой стороны специальным противовесом (см. [здесь](http://www.alphamach.com/Eng/fisheries.htm) (<http://www.alphamach.com/Eng/fisheries.htm>)). Кроме того, компания Alpha Mach Inc. изготовила самый миниатюрный



температурный регистратор iBBat (http://www.alphamach.com/Eng/About_Alpha_Mach.htm), ориентированный на мониторинг температуры тела летучих мышей и небольших животных. Он имеет вес всего 1г, максимальный размер 16мм, покрыт особым биологически инертным пластиком, а емкость миниатюрной батареи, которой специально комплектуется эта конструкция, рассчитана на 500'000 измерений. В основе всех изделий, поставляемых компанией Alpha Mach Inc., использована электронная схема устройства ТЕРМОХРОН.

Все представленные выше конструкции имеют максимальную степень защиты от проникновения влаги и пыли IP68, являются неразборными и одноразовыми (т.е. не подлежат восстановлению после исчерпания емкости встроенной в них батареи питания). Они поставляются хоть и небольшими сериями, но все-таки



профильными компаниями, обладающими соответствующей оснасткой, инструментами, квалифицированным персоналом и технологическим циклом, специально ориентированным на изготовление подобных устройств. Однако ученый зоолог из Австралии Michael V. Thompson отработал и скрупулезно описал собственную технологию изготовления (восстановления или реконструкции) облегченной и биологически инертной конструкции



регистратора (<http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/118RobertThompson2003.pdf>), которая реализована на базе электронной схемы, извлеченной из штатной “таблетки” DS1921, и адаптирована специально для мониторинга тел малоразмерных животных. Самостоятельное повторение такой конструкции не требует каких-либо специальных навыков, специфических инструментов и особых материалов. Ее изготовление под силу практически любому лаборанту, поэтому она уже была с успехом использована при проведении множества исследований и экспериментов. Например, при изучении отношений между полами сухопутных ящериц (<http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/02whole.pdf>) на основании изменения температуры тела рептилий, фиксируемой этими специально реконструированными регистраторами ТЕРМОХРОН.

А.18 Устройства ТЕРМОХРОН давно используются на нашем предприятии. На протяжении нескольких лет к их работе не было никаких нареканий. Однако за последнюю неделю значительная часть регистраторов вышла из строя. Среди них “таблетки” различных годов изготовления. Мы имеем подозрение, что эти события неслучайны. Как определить, что ТЕРМОХРОН выведен из строя вследствие вандализма?

Если регистратор DS1921 изначально функционировал штатно продолжительное время, а затем неожиданно вышел из строя, то можно предположить следующие причины прекращения его работы:

1. Преждевременное истощение батареи, связанное или с ее качеством (тогда это вина производителя), или с ее возрастом (устройство было изготовлено давно), или с воздействием на регистратор высоких температур (см. [A.1](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a1) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a1>)).
2. Потеря контакта между отдельными узлами внутри корпуса MicroCAN (батареей, электронной схемой, обкладками корпуса DATA и/или GND) вследствие тряски или некачественного изготовления. Например, из-за дефекта исполнения соединения с помощью точечной сварки или пайки между элементами конструкции (см. [A.11](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a11) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a11>)).
3. Механическое разрушение корпуса, электрической схемы или конструкции регистратора (см. [A.10](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a10) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a10>)).
4. Разгерметизация, связанная с превышением допустимого градиента изменения температуры вдоль корпуса (см. [A.5](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a5) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a5>)).
5. Разгерметизация устройства из-за высокого давления, приведшая к попаданию внутрь инородной среды, например, воды (см. [A.10](http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a10) (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a10>)).

Любая из этих причин может быть легальной, т.е. произошедшей в ходе штатной эксплуатации, не связанной со злым умыслом по намеренной порче регистратора. Первым названным выше случаем так или иначе заканчивается эксплуатация любого устройства ТЕРМОХРОН, после того как выработан ресурс встроенной в него батареи. Иногда в первой и второй причинах этого списка есть вина производителя. Тогда необходимо предъявлять к нему обоснованные претензии. Однако, следует учитывать, что по международным правилам сроки гарантийных обязательств на устройствах с встроенными неизвлекаемыми источниками питания значительно ограничены. Последние три пункта однозначно связаны только с особенностями эксплуатации устройства. Причем во всех последних случаях корпус регистратора всегда имеет характерные следы, дефекты или форму, отличную от штатной. Поэтому, умышленность порчи изделия, если она была, в этой ситуации, очевидна.



Когда корпус вышедшего из строя регистратора не содержит несанкционированных механических повреждений, необходимо попытаться разобраться в особенностях его работы. Если индивидуальный идентификационный номер прекратившего функционирование устройства воспринимается (читается) компьютерным комплексом поддержки, но больше никакие его ресурсы недоступны, следует разобрать “таблетку”. Как правило, в этом случае извлеченная батарея даже без ее подключения к эквивалентной нагрузке (предельный ток потребления электронной схемы устройства DS1921 в режиме преобразования составляет ~0,5 мА) показывает неприемлемый для нормальной работы регистратора уровень напряжения (значительно меньший 2,5 В). Если теперь корректно подключить электронную схему разобранного устройства к свежему элементу питания, то она продолжит штатное выполнение функций, присущих устройству ТЕРМОХРОН.

Если же индивидуальный идентификационный номер целого устройства ТЕРМОХРОН или его электронной схемы, извлеченной из корпуса прекратившего функционирование регистратора, не воспринимается штатным компьютерным

комплексом поддержки, значит, электронная начинка “таблетки” DS1921 неработоспособна и уже не подлежит восстановлению, а ее выход из строя может быть вызван следующими обстоятельствами:

- попадание воды или другой агрессивной жидкости в корпус устройства при его разгерметизации,
- наличие механических повреждений, вызванных смещением частей корпуса и/или узлов устройства, возникших вследствие внешних воздействий,
- воздействие “таблетку” DS1921 высоковольтного напряжения.

Как правило, во всех этих случаях батарея питания разобранного устройства при подключении ее к эквивалентной нагрузке показывает уровень напряжения, приемлемый для штатного функционирования, т.е. 3,0 В±3,2 В при +25°С. Т.е. ресурс энергии для таких аварийных регистраторов далеко не выработан.

Если первые две причины выхода из строя электронной начинки еще могут быть связаны с какими-то легальными обстоятельствами, последний случай свойственен только варианту умышленного воздействия на регистратор с целью прекращения его функционирования. Устройство ТЕРМОХРОН имеет специальные встроенные цепи, защищающие его от статического электричества, случайных помех и даже постоянного напряжения с уровнем до 6В. Однако они не могут защитить его от преднамеренного приложения к обкладкам корпуса MicroCAN электрошоковых устройств, или разрядников, или подключения напряжения с уровнем электрической сети. Следы подобных действий вандалов зачастую даже заметны при более тщательном внешнем осмотре корпуса аварийных устройств (характерные оплавления, проявляющиеся при возникновении электрической дуги). Кроме того, часто им сопутствуют также следы механической зачистки (сокрытия), которые появляются после попыток злоумышленника устранить признаки воздействия высокого напряжения.



РЕГИСТРАТОРЫ,
ПОДВЕРГШИЕСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ
ЭЛЕКТРОШОКОВОГО
УСТРОЙСТВА.



ХАРАКТЕРНЫЕ СЛЕДЫ
ЗАЧИСТКИ СЛЕДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ЭЛЕКТРОШОКОВОГО
УСТРОЙСТВА

А.19 Как производится калибровка устройств ТЕРМОХРОН?

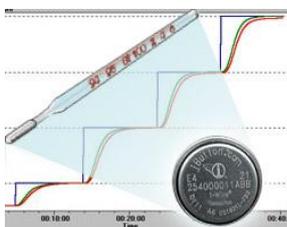
Устройства ТЕРМОХРОН, как и все иные продукты производства Maxim Integrated, предназначенные для контроля температуры (например, большинство широко распространенных температурных датчиков различных типов) с нормируемой погрешностью менее $\pm 1^{\circ}\text{C}$, обязательно подвергаются процессу индивидуальной калибровки (http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/NIST_temp_record.pdf) в особой ванне, которая наполнена специальной жидкостью. Ванна изготовлена по технологии FTS (<http://www.spscientific.com/Companies/FTS-Systems.aspx>) (модель камеры типа FTS #LDFB-75C-2 для температурных испытаний с встроенной ванной, заполняемой специальной жидкостью). Она заполняется перфторполиэфирной жидкостью (типа Galden D02TS (<http://www.salesandserviceinc.com/wp-content/uploads/2012/02/Brochure-Galden-Electronic-Fluids-2012.pdf>)), известной как Fluorinert (http://www.elin.ru/files/pdf/Thermochron/gald_reli.pdf). Каждый из калибруемых устройств DS1921 размещается при этом на монтажных платах особой конструкции, которые полностью погружены в жидкость. Монтажные платы снабжены индивидуальными термометрами сопротивления типа Minco RTD (<http://www.minco.com/>), модель #S9689PA5X12, контролирующими температуру на поверхности каждой такой платы в целях поверки показаний калибруемых регистраторов. Кроме того, каждая ванна снабжена дополнительно собственным FTS-терморегулятором, в свою очередь нормированным при помощи температурного зонда производства Minco Products, Inc. модели #S7929PA1L180G. Все термометры и температурные зонды фирмы Minco тщательно калиброваны согласно рекомендациям Minco Products, Inc. При этом необходимо отметить, что поверочная аппаратура Minco Products, Inc. обеспечивает как для RTD-термометров, так и для температурных зондов собственного изготовления трассировку в соответствии со стандартами NIST (<http://www.nist.gov/index.html>) (Национального института стандартов и технологии, который является правительственной организацией США, отвечающей, в том числе, за стандарты нормирования температурных испытаний).



При реализации процедуры индивидуальной калибровки, которой заканчивается процесс изготовления любой партии “таблеток” модификации DS1921G-F5, коэффициент преобразования температурного АЦП каждого из устройств ТЕРМОХРОН корректируется автоматически с помощью лазерной подгонки. Калибруемые изделия, погрешность преобразования которых не укладывается в нормируемые характеристики, после проведения подобной технологической процедуры сортируются. Часть из них нормируется для эксплуатации в более узком диапазоне регистрируемых температур (как регистраторы модификаций DS1921Z-F5 или DS1921H-F5), а другие подвергаются отбраковке и последующему уничтожению, как некондиционная продукция.

Как правило, у отдельных пользователей после продолжительной эксплуатации устройств ТЕРМОХРОН возникают пожелания, связанные с улучшением точности измерения температуры этими регистраторами. В результате исследований, проведенных 2003...2004 году специалистами НТЛ “Элин”, для выборки из нескольких партий устройств ТЕРМОХРОН модификаций DS1921Z-F5 и DS1921H-F5, было выявлено, что максимальное значение абсолютной погрешности измерения температуры этими регистраторами составляет $0,85^{\circ}\text{C}$ для устройств типа DS1921H-F5 и $0,925^{\circ}\text{C}$ для устройств типа DS1921Z-F5. Разброс (или вариация) показаний в одной точке для устройств обоих классов достигает значения $0,375^{\circ}\text{C}$. Учитывая, что минимальная градация регистрируемой температуры (или чувствительность) устройств ТЕРМОХРОН этих модификаций составляет $0,125^{\circ}\text{C}$, т.е. на порядок меньше нормируемой для них погрешности, можно сделать вывод о целесообразности проведения их дополнительной калибровки. Для устройств ТЕРМОХРОН модификаций DS1921G-F5 и DS1921L-F5#, у которых значение минимальной градации регистрируемой температуры составляет всего $0,5^{\circ}\text{C}$, что только в два раза меньше значения нормируемой для них изначально погрешности, такая процедура представляется нецелесообразной.





На протяжении 2004...2007 годов НТЛ “ЭлИн” выпускал устройства ТЕРМОХРОН модификации DS1921Z-F5-ЛК и DS1921H-F5-ЛК, в отношении которых выполнялась дополнительная процедура калибровки. Причем в качестве способа дополнительной калибровки устройств ТЕРМОХРОН модификаций DS1921Z-F5 и DS1921H-F5 была выбрана линейная аппроксимация индивидуальной характеристики преобразования встроенного в них температурного АЦП методом наименьших квадратов. В результате реализации процедуры дополнительной калибровки определялись значения индивидуальных для каждого из устройств ТЕРМОХРОН аддитивного и мультипликативного коэффициентов коррекции.

Значения этих коэффициентов, а также признак калибровки, сохранялись в девяти отдельных ячейках нулевой служебной страницы дополнительной памяти каждого из регистраторов. Затем эти коэффициенты учитывались всеми изготовленными НТЛ “ЭлИн” средствами поддержки регистраторов DS1921 непосредственно при их обслуживании, увеличивая точность результатов, зафиксированных логгерами. При этом величина абсолютной погрешности для устройств DS1921Z-F5-ЛК и DS1921H-F5-ЛК гарантировалась на уровне 0,375°C. Подробно описание процедуры дополнительной калибровки устройств ТЕРМОХРОН модификаций DS1921Z-F5 и DS1921H-F5 с целью изготовления устройств модификации DS1921Z-F5-ЛК и DS1921H-F5-ЛК содержится в специальном документе «Калибровка устройств ТЕРМОХРОН», размещенном в конце этой страницы.

Однако в 2008 году НТЛ “ЭлИн” прекратила выпуск устройств ТЕРМОХРОН модификаций DS1921Z-F5-ЛК и DS1921H-F5-ЛК, поскольку процедура дополнительной калибровки для устройств ТЕРМОХРОН модификаций DS1921Z-F5 и DS1921H-F5 в настоящее время, очевидно, утратила свою актуальность. Это связано с появлением более совершенных регистраторов DS1922 (<http://www.elin.ru/IBDL/?topic=DS1922>), которые имеют нормируемую при изготовлении “начальную” погрешность 0,5°C, а также обладают намного большим потенциалом для увеличения точности выполняемых ими преобразований за счет проведения операции дополнительной калибровки (например, аналогичной выше описанной), т.к. позволяют производить измерения с чувствительностью 0,0625°C.

Файл	Содержание	Размер	Дата
 clin302	Калибровка устройств ТЕРМОХРОН.		

A.20 Чем отличаются устройства ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5N#?

В июле 2011 года, стала доступна новая версия устройства ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5, которая имеет обозначение DS1921G-F5N#. Эта версия наиболее популярной модификации устройства ТЕРМОХРОН полностью идентична базовой модификации DS1921G-F5#, однако для любого изделия версии DS1921G-F5N# дополнительно доступен сертификат калибровки NIST. Это стало возможным, поскольку любой из регистраторов DS1921G-F5# в процессе своего изготовления в обязательном порядке подвергается калибровке и тестированию в специальной термокамере, снабжённой образцовым прецизионным измерителем. Фирма-производитель Maxim Integrated гарантирует, что такая камера и применяемое метрологическое оборудование, а также сама методика проведения процедуры калибровки в отношении устройств ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5N#, полностью отвечают требованиям стандартов NIST (<http://www.nist.gov/>) (Национального Института Стандартов и Технологии, который является правительственной организацией США, ответственной, в частности, за стандарты нормирования температурных и влажностных испытаний). После окончания процедуры калибровки любого измерительного устройства, выполненной в соответствии с правилами NIST, индивидуальный номер этого прибора заносится в особую базу данных NIST, которая таким образом содержит номера всех изделий, которые когда-либо были официально зарегистрированы, как измерительные устройства, удовлетворяющие требованиям NIST. Поэтому каждый пользователь регистраторов DS1921G-F5N# имеет возможность получить индивидуальный сертификат *Thermochron NIST Traceable Certificates*, подтверждающий, что для конкретного изделия действительно выполнена подлинная строгая процедура калибровки в соответствии с правилами NIST. Для устройств ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5# получение сертификата калибровки NIST – невозможно.



Для того чтобы сформировать запрос на получение сертификата *Thermochron NIST Traceable Certificates* необходимо выйти через Интернет на особую web-страницу корпоративного сайта Maxim Integrated (http://www.maximintegrated.com/products/ibutton/ibuttons/thermochron_nist/). После этого в специальном текстовом окне с названием {Enter the complete 64-bit (16 character) ROM ID for each device} этой web-страницы следует, используя клавиатуру, ввести индивидуальный идентификационный номер устройства ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5N#, для которого требуется сертификат. Водимый номер логгера iButton должен иметь форму представления аналогичную гравировке на его корпусе, т.е. начинаться с контрольной суммы всех разрядов кода номера и заканчиваться групповым кодом 21H. После ввода номера необходимо активизировать специальную mnemonic клавишу [Request Certificate], расположенную непосредственно под текстовым полем {Enter the complete 64-bit (16 character) ROM ID for each device}. В результате этих действий программа-автомат после анализа базы данных NIST формирует в pdf-формате образ индивидуального сертификата, соответствующего логгеру, с введенным идентификационным номером, который пользователь может сохранить в виде pdf-файла или распечатать в виде официального документа на принтере. Также возможно получение одного сертификата *Thermochron NIST Traceable Certificates* сразу на несколько устройств ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5N#. Для этого необходимо через запятую ввести в текстовом окне {Enter the complete 64-bit (16 character) ROM ID for each device} список индивидуальных идентификационных номеров регистраторов, для которых требуется подтверждение о наличии сведений об этих изделиях в базе данных NIST

Процедуру заполнения текстового поля {Enter the complete 64-bit (16 character) ROM ID for each device} можно автоматизировать. Для этого к одному из коммуникационных портов компьютера, посредством которого осуществляется выход на web-страницу получения NIST-сертификата сайта Maxim Integrated (http://www.maximintegrated.com/products/ibutton/ibuttons/thermochron_nist/), должны быть подключены стандартные аппаратные средства сопряжения с устройствами ТЕРМОХРОН (<http://www.elin.ru/iButton/?topic=iBR>), управляемые предварительно инсталлированными на компьютере стандартными программными средствами поддержки устройств, оснащённых 1-Wire-интерфейсом (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=soft>). Такие программные продукты свободно доступны с корпоративного сайта компании Maxim Integrated (<http://www.maximintegrated.com/products/ibutton/software/tmex/index.cfm>), Кроме того, компьютер также должен быть оснащён средой выполнения Java (<http://java.com/ru/>). Если теперь, используя средства сопряжения с устройствами iButton, подключить к компьютеру одно или несколько устройств ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5N#, в текстовом поле {Enter the complete 64-bit (16 character) ROM ID for each device} появятся один или несколько идентификационных номеров. Эти номера соответствуют подключённым к компьютеру устройствам, оснащённым 1-Wire-интерфейсом. Среди них могут быть не только номера устройств ТЕРМОХРОН, заканчивающиеся групповым кодом 21H, но и идентификационные номера иных 1-Wire-компонентов (например, встроенных идентификационных меток в составе средств сопряжения с устройствами iButton), заканчивающиеся групповым кодом, отличным от кода 21H. Используя клавиатуру, необходимо удалить из списка идентификационных номеров, автоматически сгенерированного в текстовом поле {Enter the complete 64-bit (16 character) ROM ID for each device}, все номера, которые заканчиваются групповым кодом, отличным от кода 21H. Теперь, для запуска процедуры формирования образа индивидуального сертификата, соответствующего одному или нескольким подключённым к компьютеру устройствам ТЕРМОХРОН, следует активизировать специальную mnemonic-клавишу [Request Certificate].

Thermochron NIST Traceable Certificates

Request NIST-Traceable Certificate

Welcome to the iButton data logger Certificate of Validation web application. This application, supporting the DS1921G-F5N#, DS1922L, DS1922T, DS1922E, and DS1923 (temperature portion only) data loggers, generates validation certificates for individual data loggers or lists of data loggers. The certificates declare that performance accuracy specifications* of the data loggers have been met over the stated range and have been validated on the date(s) given. Validations are performed with reference instrumentation that is certified traceable in accordance with the National Institute of Standards and Technology (NIST). Validation equipment certifications are on file at Maxim Integrated, Dallas, Texas, USA.

*For complete accuracy specifications, refer to the Special Features section and the Temperature Accuracy graphs located in the data sheet of the part(s) in question.

To generate a certificate, enter the ROM ID of each part to be included on the certificate into the field below. Entries can be entered one per line or delimited by commas or spaces. If the **1-Wire® Drivers** are installed, and you have an iButton reader attached, devices can be added by touching each one to the reader.

Enter the complete 64-bit (16 character) ROM ID for each device.

3D0000016B3F7633	Следует убрать из списка номеров, номера, заканчивающиеся групповым кодом, отличным от кода 21H.
204F20000044E521	
BF00000011A8941	

Request Certificate

Note: DS1921G-F5N# data loggers manufactured on 04/06/2011 or later will have NIST data associated with them in this database. All other data loggers listed above will have NIST data associated with them if they were manufactured in 2009 or later.

Таким образом, для устройств ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5N#, изготовленных после июля 2011, действуют те же самые правила получения сертификата NIST, что и для регистраторов iButton более старшего семейства регистраторов iButton Data Logger модификаций DS1922L/T/E и DS1923 (см. **A11** (<http://www.elin.ru/iBDL/?topic=a11>)). Поэтому подробнее о правилах получения сертификата NIST и о работе с Интернет-приложением, исполняющим распечатку на принтере пользователя сертификата NIST, см. документ по применению *Application Note 4629. «iButton® Data-Logger Calibration and NIST Certificate FAQs»* (<http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/4629>).