

## Специфика эксплуатации регистраторов DS1921G/DS1922L при высоких температурах

### Общие положения:

1. При эксплуатации регистраторов DS1921G/DS1922L прежде всего надлежит **в обязательном порядке** тщательно учитывать все положения списка «**Обязательные предосторожности при эксплуатации регистраторов iButton в корпусах F5 can**» (<https://elin.ru/Caution/>).
2. Для обслуживания регистраторов DS1921G предназначен измерительный комплекс TCR (<https://elin.ru/Thermochron/Support/?topic=TCR>), а для обслуживания регистраторов DS1922L предназначен измерительный комплекс iBDLR (<https://elin.ru/iBDL/Support/?topic=iBDLR>). И тот и другой комплекс позволяет пользователю:
  - синхронизировать ход узла часов логгера с часами компьютера;
  - задать значения установочных параметров логгера, включая:
    - время между измерениями (или по-другому частоту регистрации),
    - разрядность результатов (1 или 2 байта при сохранении результатов) (ТОЛЬКО для комплекса iBDLR),
    - контрольные пороги (границы, нарушение которых критично для процесса),
    - время отложенного старта регистрации (дату и время первого измерения),
    - алгоритм заполнения памяти логгера фиксируемыми результатами,
    - заполнение сопровождающей логгер информации (ярлыка);
  - запустить логгер на отработку новой сессии по накоплению результатов измерения температуры;
  - считать из памяти, корректировать и сохранять зафиксированные логгером результаты;
  - отобразить результаты в табличном и графическом видах;
  - законсервировать логгер в случае его простоя (временного вывода из эксплуатации).
3. При эксплуатации регистраторов DS1921G/DS1922L следует особенно внимательно относиться к заданию значений установочных параметров, т.к. их выбор в первую очередь определяет срок службы логгеров. Поэтому изначально необходимо оценить эксплуатационный ресурс подлежащих эксплуатации регистраторов для решения конкретной задачи по мониторингу высокой температуры. Для этого нужно правильно выбрать темп регистрации, а для логгеров DS1922L также и разрядность измеряемых результатов, с учётом значений фактически фиксируемых логгером температур. Описание регистратора модификации DS1922G содержит подробные графики зависимости срока их службы от интервала между измерениями (см. стр. 5 документа [https://elin.ru/files/pdf/Thermochron/DS1921G\\_RU.pdf](https://elin.ru/files/pdf/Thermochron/DS1921G_RU.pdf)). Описание регистратора модификации DS1922L содержит подробные графики зависимости срока их службы от интервала между измерениями, разрядности результатов и температуры окружающей среды (см. стр. 7-8 документа [https://elin.ru/files/pdf/iBDL/DS1922LT\\_RU.pdf](https://elin.ru/files/pdf/iBDL/DS1922LT_RU.pdf)).
4. Интервал между измерениями следует устанавливать по возможности настолько большим, насколько это позволяет решаемая с помощью логгера задача. Поскольку чем выше темп регистрации, тем быстрее расходуется заряд батареи логгера, соответственно, чем меньше темп регистрации, тем дольше “живёт” логгер. Настоятельно не рекомендуется для регистраторов DS1922L выбирать интервал между измерениями меньше 1 минуты, поскольку для фиксации высокотемпературных процессов это бессмысленно. Некоторые пользователи неправильно думают, что реакция логгера на изменение температуры улучшается по мере сокращения времени между измерениями. Однако интервал между измерениями и скорость температурного отклика, никак не связаны. Поэтому даже, если интервал измерения сократить до минимума, скорость температурного отклика не изменится.
5. Задавая максимальную разрядность сохраняемых результатов для регистраторов DS1922L необходимо учитывать, что количество энергии, потребляемой схемой логгера от встроенной батареи питания, является в этом случае максимальным. Подобная ситуация ведет к быстрому сокращению срока службы регистратора. Поэтому при мониторинге конкретного процесса с помощью регистраторов DS1922L следует искать компромисс между: разрешением и точностью измерений, частотой регистрации, общей экспозицией фиксируемого процесса и расходом эксплуатационного ресурса логгера. А при мониторинге конкретного процесса с помощью регистраторов DS1921G следует искать компромисс между: частотой регистрации, общей экспозицией фиксируемого процесса и расходом эксплуатационного ресурса логгера. Опытным путём установлено, что максимально допустимое общее число измерений для регистраторов модификации DS1922L при работе с минимальной разрядностью (1-байтное сохранение результатов) оставляет примерно 450'000 измерений. В случае превышения этого количества измерений в ходе исполняемой рабочей сессии, логгер может начать регистрировать аномальные значения. При этом также велика вероятность выхода логгера из строя.

Причём начальное значение общего числа измерений на момент приобретения регистраторов DS1922L не равно нулю, поскольку логгеры этой модификации сразу после изготовления проверяются изготовителем на соответствие исполненным ими измерений заявленным значениям точности. При этом начальное значение общего числа измерений составляет от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч измерений, исполненных производителем в ходе тестирования каждого логгера сразу после изготовления. Однако, так как эти измерения исполнены не в ходе эксплуатации логгера пользователем, они не влияют на заявленный срок службы логгера, и возможное фактическое общее число измерений следует определять как сумму вышеуказанных предельных значений и числа измерений на стадии заводской проверки.

6. По возможности следует исключить использование алгоритма кольцевого буфера при заполнении памяти регистраторов DS1921G/DS1922L регистрируемыми результатами температуры.
7. Для регистраторов DS1921G/DS1922L, предназначенных для работы в сверхжестких условиях мониторинга высоких температур, изготовитель нормирует максимальный эксплуатационный ресурс при критических температурах эксплуатации - не более 900/500 часов, соответственно. К критическим температурам эксплуатации таких логгеров относятся температуры выше +75°C.
8. Официально предельная верхняя температура хранения регистраторов DS1921G/DS1922L совпадает с верхней границей их эксплуатационного диапазона - +85°C. Однако длительное воздействие предельных верхних температур может повредить регистраторы, как при их эксплуатации, так и при их хранении. Поэтому логгеры не должны продолжительное время находиться при предельных температурах. Более того, соответствие метрологических характеристик нормируемым значениям не гарантируется некоторое время, сразу после перемещения в эксплуатационный диапазон логгера, которые перед этим даже незначительное время находились за верхней границей диапазона.

Эксплуатация при более жестких условиях также может привести к повреждению регистраторов. При этом следует опираться на неофициальное, но экспериментально подтвержденное, критическое значение верхней температуры конструкции устройств iButton. Оно составляет +150°C. При такой температуре регистраторы DS1921G/DS1922L могут находиться без потери функциональности, но только не более чем 10...15 минут.

9. Вновь приобретённые или выведенные из эксплуатации регистраторы DS1921G/DS1922L следует содержать при температуре окружающей среды не выше +25°C и относительной влажности не более 50%, с целью исключения повышенного саморазряда встроенной в эти устройства литиевой батареи питания.
10. Следует принимать во внимание, что при эксплуатации любого регистратора DS1921G/DS1922L даже примерно неизвестен момент прекращения его функционирования. Поэтому пользователь всегда находится под угрозой потери последних данных, фиксируемых с помощью такого логгера. Особенно, если этот регистратор находится в эксплуатации уже продолжительное время, т.е. необходимо скрупулёзно учитывать историю его эксплуатации.
11. При временном выводе из эксплуатации регистраторов DS1921G/DS1922L должно в обязательном порядке исполнять процедуру их консервации, связанную с остановкой исполняемых логгерами преобразований и блокировкой работы узла часов/календаря для каждого из них.
12. При эксплуатации регистраторов DS1921G/DS1922L необходимо полностью исключить локальный перегрев какой-либо отдельной части корпуса устройства. Температура вдоль корпуса логгера должна распределяться гарантировано равномерно. Иначе градиент температуры внутри герметизированной "таблетки" может привести к вздутию встроенной в неё литиевой батареи питания, с последующей разгерметизацией устройства и, соответственно, к выходу его из строя. В большинстве реальных случаев эксплуатации регистрируемая логгером температура меняется плавно (без резких скачков). Поэтому ситуация, связанная с перекосом градиента температуры вдоль корпуса логгера, маловероятна даже при динамических процессах. Однако, безусловно, следует избегать даже очень кратковременного соприкосновения корпуса регистратора или защитной капсулы, внутри которой размещён регистратор, с разогретыми до высоких температур материалами, имеющими высокую теплопроводность (например, со стенками автоклава или с нагревателем камеры).



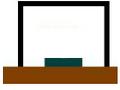
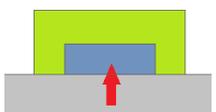
13. Категорически запрещено принудительно охлаждать сильно нагретый регистратор с помощью холодной воды и подобных методов резкого охлаждения.

Если быстро переместить регистратор DS1921G/DS1922L из среды с горячей температурой в холодную воду, и затем удерживать его в холодной воде, давление внутри корпуса логгера будет резко снижаться, корпус регистратора будет деформироваться, а влага станет проникать внутрь корпуса устройства. Это приведёт к коррозии внутренних узлов электронной схемы, в том числе печатной платы и батареи питания устройства, что с высокой вероятностью выведет из строя регистратор. Поэтому чтобы наиболее эффективно охладить нагретый регистратор, настоятельно рекомендуется оставить его при комнатной температуре и дать ему остыть естественным образом.

14. Категорически запрещена эксплуатация регистраторов DS1921G/DS1922L в средах, подвергаемых воздействию различных видов электромагнитного возбуждения (включая СВЧ-излучение). Особенно в составе оборудования, в котором нагрев осуществляется с помощью высокой энергии электромагнитных волн. Например, в микроволновых печах и устройствах с индукционным нагревом.
15. Если регистратор подключается к комплексу обслуживания TCR или iBDLR, то номер комплекса (16-разрядное число, начинающееся с кода '81') на канте окна программы поддержки этого комплекса, должен смениться номером регистратора (16-разрядное число, начинающееся или с кода '21' для устройств DS1921G, или с кода '41' для устройств DS1922L) и названием его модификации. Если это не так, то это может быть связано плохим подключением прозрачной вилки телефонного разъёма чёрного витого кабеля приёмника таблеток BlueDot (или щупа DS1402RP8) к гнезду разъёма USB-адаптера (синего цвета). Поэтому аккуратно разъедините эти разъёмы, а потом попытайтесь произвести их надёжное соединение снова, приложив для этого разумные усилия. Однако, если и после этого номер комплекса на канте адаптера не сменится номером регистратора, то это может быть связано со следующими причинами:
- Логгер выработал свой срок службы (для регистраторов модификации DS1922L выводится служебное окно "Внимание!!!", содержащее сообщение «Устройство не читается! Возможно истек срок действия батареи. Вставьте другое устройство.»)
  - Батарея логгера закорочена из-за неисправности (в поле {Статус} выводится только номер логгера).
  - Микросхема логгера неисправна из-за поломки (для регистраторов модификации DS1922L выводится сообщение «Критический сбой питания»).
  - Поверхность корпуса логгера загрязнена, что препятствует надёжному контакту корпуса логгера с приёмником таблетки BlueDot (или с щупом DS1402RP8).
  - Плохой механический контакт между корпусом логгера и обкладками приёмника таблетки BlueDot (или щупа).
16. Учитывайте, что точные значения температуры могут быть зарегистрированы регистратором DS1921G/DS1922L только при её медленном изменении, поскольку требуется определённое время, чтобы конструкция логгера достигла окончательного значения температуры после внезапного её изменения. Подтверждающие это примеры\*:
- Пусть регистратор DS1921G/DS1922L, предварительно охлаждённый до температуры +25°C, затем помещается в горячую среду с температурой +80°C, тогда измеренное им значение будет равно +78°C примерно через 3 минуты, а значение +80°C логгер сможет зафиксировать примерно через 5 минут.

\* Значения, приведённые в примерах выше, не являются гарантированными. Они могут значительно варьироваться в зависимости от многих факторов, в том числе от скорости изменения температуры, плотности среды, измеряемой температурной зоны и т.д. Пожалуйста, используйте приведённые примеры только для качественной оценки скорости температурного отклика в жидкости. Учитывайте, что в этих примерах не учтена инерционность защитной капсулы, поскольку в них использовалась особая нетекучая жидкость с высоким уровнем вязкости. Поэтому, пожалуйста, самостоятельно не эксплуатируйте логгеры DS1921G/DS1922L в жидкостях без использования защитных капсул. В воздухе скорость реакции будет ниже, чем в описанных примерах.

### **Решение некоторых задач мониторинга высоких температур с использованием логгеров DS1921G/DS1922L:**

17. Следует учитывать, что размещённый в продукте регистратор DS1921G/DS1922L не зафиксирует сразу же значение температуры, равное реальной температуре в печи. Для достижения конечного значения потребуется несколько минут. Т.к. продукт, который поместили в печь, не нагревается сразу до температуры печи в одно мгновение. Однако это не означает, что требуется какое-то время, чтобы начать измерения температуры внутри продукта в начале нагревания. Температура регистратора, и температура продукта, мгновенно не достигают температуры, равной температуре внутри печи в тот момент, когда их помещают в рабочую зону нагревательного устройства. Т.е. поскольку внутренность продукта и регистратор нагреваются до температуры внутри печи схожим образом, изменения внутренней температуры продукта могут быть измерены без большого временного отклонения.
18. При использовании регистратора DS1921G/DS1922L для мониторинга температуры окружающей среды необходимо гарантированно исключить попадание прямых солнечных лучей на корпус устройства. Поскольку под воздействием солнечной инсоляции, металлический корпус логгера разогревается, и корректное измерение температуры окружающей среды становится невозможным. В этом случае следует расположить логгер в проветриваемом шкафу или в метеорологической будке.  
19. Если с помощью регистратора DS1921G/DS1922L необходимо отслеживать температуру поверхности какого-либо оборудования, или трубопровода, или крыши здания и т.п., то для устранения влияния температуры окружающей среды, прямых солнечных лучей, осадков и т.п. на ревизуемую поверхность, следует укрыть логгер толстым слоем термоизоляционного материала (например, пенополиэтилена или аналогичным), а сверху полностью обернуть эту конструкцию алюминиевой клейкой лентой, чтобы плотнее прижать логгер к поверхности. 

## Эксплуатация регистров DS1921G/DS1922L в защитных капсулах:

20. Эксплуатация регистраторов DS1921G/DS1922L при давлениях, отличных от нормального (в том числе внутри автоклавов), возможна ТОЛЬКО внутри специальных защитных капсул. Например, iButton Capsule DS9107 (<https://elin.ru/Protector/?topic=DS9107>).

21. Регистраторы DS1921G/DS1922L не являются водонепроницаемыми. Если же регистраторы DS1921G/DS1922L фиксируют высокие температуры, водонепроницаемость этих устройств особенно низкая. Поэтому эксплуатация таких регистров требует обязательного использования защитных капсул также в следующих случаях:

- При погружении регистра даже на небольшую глубину в жидкую или тузлучную среду (в том числе в компост).
- При использовании регистратора в среде с паром.
- Внутри сушильных шкафов, сушильных, копильных, пароварочных и пропарочных камер, установок тепло-влажностной обработки железобетонных изделий.
- При эксплуатации регистров в любой среде с постоянно высокой влажностью, в особенности связанной с образованием конденсата на корпусе регистратора, а также при отработке процессов душирования продуктов.
- Если регистр помещён внутрь любого пищевого продукта. Поскольку влага, содержащаяся в пище, в ходе мониторинга легко может просочиться внутрь корпуса регистратора и привести к его неисправности.

Если в конкретном применении существенное давление на регистр отсутствует, и требуется защита только от влаги, удобно использовать защитные силиконовые чехлы (<https://elin.ru/Protector/?topic=silicone>).

22. Последовательность действий, которых следует придерживаться при организации эксплуатации регистраторов DS1921G/DS1922L в случае их совместной эксплуатации с защитными капсулами:

1. Программирование и запуск регистра непосредственно перед началом контролируемого процесса.
2. Размещение регистратора в капсуле и сборка капсулы.
3. Помещение капсулы с регистром в контрольную точку на время всего ревизуемого процесса.
4. Охлаждение капсулы с регистратором после окончания ревизуемого процесса.
5. Извлечение регистратора из капсулы.
6. Считывание зафиксированных результатов из памяти регистратора и консервация регистра.

23. Перед размещением регистратора в защитной капсуле следует убедиться в том, что поверхность корпуса регистратора и внутренняя полость капсулы абсолютно сухие. Иначе при нагревании герметичной капсулы остатки влаги вскипают, и свободное пространство между корпусом регистратора и внутренней полостью капсулы заполняется водяным паром, давление которого быстро растёт с ростом температуры. Это приводит к деформации деталей корпуса регистратора и к дальнейшему попаданию водяного пара внутрь корпуса.



В результате электронные компоненты на плате устройства подвергаются коррозии, что влечёт замыкание или напротив изоляцию отдельных элементов электронной схемы. В результате регистр теряет работоспособность.

Для тщательного устранения влаги с поверхности корпуса регистратора следует использовать абсорбирующие салфетки. А для тщательного устранения влаги с внутренней полости капсулы рекомендуется собрать её в рабочее состояние, предварительно поместив внутрь вместо регистра силикагель, и оставить его внутри капсулы на несколько часов.



24. Для снижения трения и лучшего уплотнения при закручивании элементов в ходе сборки защитной капсулы, рекомендуется смазывать уплотнительное кольцо небольшим количеством смазки «циатим-201» или другим смазывающе-уплотняющим средством (например, силиконовой смазкой).

25. Для снижения тепловой инерционности, возникающей из-за воздушной прослойки между корпусом регистратора и внутренней полостью капсулы, следует использовать теплопроводящие пасты. Например, КПТ-8. Для этого такой пастой нужно смазать как корпус регистратора, так внутреннюю полость капсулы, в ходе сбора капсулы с регистром непосредственно перед размещением её в контрольной точке.

26. Для обеспечения герметичности при сборке капсулы с размещённым внутри регистром должно закручивать её плотно – подтягивая ДО УПОРА (но без перетяжки), чтобы не допустить просачивания воды внутрь.

27. При многократном открывании и закрывании капсулы на протяжении нескольких лет уплотнительное кольцо будет истираться. Перед каждым использованием капсулы необходимо тщательно проверить степень изношенности уплотнительного кольца, и при необходимости заменить его.

Внимание! Более подробно ответы на вопросы, связанные с особенностями эксплуатации регистраторов DS1921G/DS1922L при высоких температурах, раскрыты в специально подготовленном документе, доступном по следующей ссылке - [https://elin.ru/files/pdf/Bulletin/Bulletin\\_057.pdf](https://elin.ru/files/pdf/Bulletin/Bulletin_057.pdf).