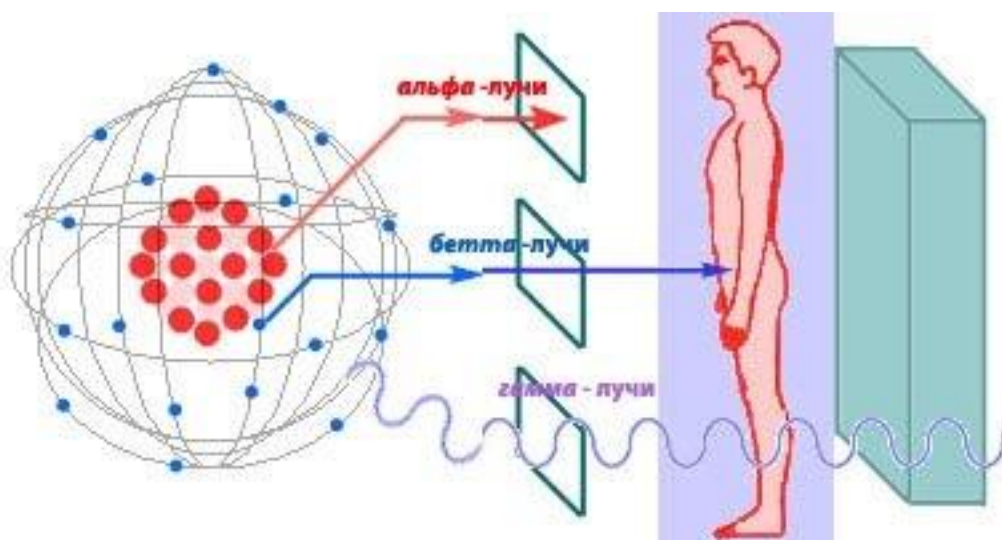


AtomService BLE

Документация разработчика клиентского приложения



Atom Tag
2014

[AtomService BLE](#)

[Общие сведения](#)

[Измерительные характеристики](#)

[Настроечные характеристики](#)

[Калибровочные характеристики](#)

[Профиль AtomService в приложении к устройствам AtomTag](#)

[Измерительные характеристики](#)

[Основная измерительная характеристика](#)

[Дополнительная измерительная характеристика](#)

[Настроечные характеристики](#)

[Характеристики настроек индикации превышения порогов](#)

[Байт управления сигнализацией, формат 4-битной настройки](#)

[Характеристика управления устройством](#)

[Калибровочные \(сервисные\) характеристики](#)

[Основная калибровочная характеристика](#)

[Характеристика служебных данных](#)

[Реализация профиля на базе сервиса AtomService](#)

[Использование калибровочных констант для вычисления величин](#)

[Значение скорости счёта числа зарегистрированных частиц с учетом измерения мертвого времени датчика](#)

[Использование измерительной характеристики для вычисления доз мощностей в различных режимах измерения](#)

[Общие сведения об измеренных величинах](#)

[Поисковый режим](#)

[Измерительный режим](#)

[Некоторые полезные соотношения](#)

AtomService BLE

Документация разработчика программного клиентского приложения

Общие сведения

Сервис AtomService предназначен для реализации Bluetooth-профилей дозиметров и детекторов радиоактивности, в которых измерение дозы и мощности дозы осуществляется путём подсчёта числа частиц, попавших в детектор. Датчики могут быть как на основе счётчиков Гейгера, так и на основе сцинтилляционных детекторов с ФЭУ или лавинными фотодиодами. Динамические диапазоны для величин сервиса выбраны в расчёте на охват всех возможных случаев.

Измеряемые величины и флаги состояния передаются непрерывно в единственной характеристике, не требующей запроса (тип notification, наиболее энергоэффективный способ). При этом, согласно спецификации Bluetooth Low Energy, нотификация должна быть разрешена записью в сопутствующий атрибут конфигурации. Все остальные нижеописанные величины и соответствующие им характеристики имеют тип Read или Read/Write. Они предназначены не для регулярного обмена, но для сравнительно редких действий по запросу пользователя или при автоматической реакции программного обеспечения на события превышений.

По типу данных BT-профиль структурирован несколькими группами характеристик:

1. **Измерительные** характеристики.
2. Характеристики с параметрами **настройки прибора**.

3. Сервисные характеристики или **характеристики калибровки** прибора аппаратных компонент прибора.

Измерительные характеристики

Устройство поддерживающее AtomService BLE предоставляет две характеристики для получения измеренных величин и обновляемых флагов состояния устройства:

1. **Основная нотификационная измерительная характеристика** (Notification characteristic) для обновления вычисляемых величин по подписке. Характеристика обновляется устройством каждые 2 секунды.
2. **Дополнительная измерительная характеристика** для чтения (Read characteristic) исходных данных измерений таких как количество частиц с начала измерений и количество частиц за определенный промежуток времени.

Настроечные характеристики

Профиль устройства позволяет центральному устройству читать и изменять (Read/Write characteristic) некоторые параметры реакции на измеряемые величины. К таким параметрам относятся:

1. Порог срабатывания сигнализации о **превышении мощности дозы**
2. Порог срабатывания сигнализации о **превышении накопленной дозы**.
3. Минимальное **время измерения (детектирования)** превышения порога мощности дозы.
4. Команда управления виброзвуковой сигнализацией

Для устройства AtomTag предусмотрено хранение 3-х наборов порогов. Индикация превышения порогов может быть звуковой, виброзвуковой или только вибро. Устройство может быть также переведено в бесшумный режим полностью для всех порогов или по выбору.

Калибровочные характеристики

Пользовательским ПО предусмотрено только чтение параметров калибровочных характеристик. Управление калибровочными или сервисными характеристиками не поддерживается в пользовательской версии центрального устройства работающего с AtomService BLE. Этот набор характеристик необходим для первоначальной настройки устройства или выполнении сервисных функций в процессе эксплуатации устройства и производится только с помощью специализированного ПО квалифицированными пользователями, а так же для вычислений некоторых измерительных параметров при разрыве соединения с устройством.

В профиле учитываются следующие основные **калибровочные параметры**:

1. **Чувствительность счётчика**, задаваемая в имп/мкР (float). Выбрана величина именно такой размерности по той причине, что в ней даётся паспортная чувствительность большинства известных датчиков. Кроме того, в этих единицах чувствительность датчика представляет собой легко запоминающуюся величину. Например, для СБМ-20/СТС-5 это 78имп/мкР, для СБМ-21 – 9.5 имп/мкР, для Бета-1 – 120имп/мкР.
2. **Собственный фон счётчика**, [имп/мин] (float).
3. **Время расчёта** текущего значения мощности дозы в секундах (unsigned short). Чувствительность счётчика по умолчанию – как у СБМ-20. Собственный фон нулевой, т.е. не учитывается. Время расчёта текущей мощности дозы – 34сек. В такой конфигурации основанный на СБМ-20 прибор идентичен большинству бытовых дозиметров. Данные доступны на чтение в обычном режиме, запись калибровочных данных требует пароля для исключения случайной перезаписи калибровки.

Дополнительные калибровочные данные профиля:

1. **Калибровочный коэффициент** для АЦП измерителя ЭДС батареи. Представляет собой вещественную величину (float), на которую следует умножить целое число АЦП, чтобы получить напряжение батареи в милливольтках.

2. Целое 16-битное **число АЦП термодатчика**, соответствующее комнатной температуре 23°C.
3. **Калибровочный коэффициент АЦП термодатчика**, определяющий наклон шкалы. Представляет собой вещественное (float) обратное число квантов АЦП, соответствующее изменению температуры на один градус Цельсия. Значение по умолчанию – 1/4.5 – соответствует документированной характеристике чипсета cc254x. Настройки работы дозиметра включают в себя установки трёх порогов мощности дозы и дозы, при превышении которых задаётся поведение дозиметра, а именно длительность звука, тон и длительность вибрации. Также настройки дозиметра включают в себя характеристику настройки отклика дозиметра на зарегистрированную частицу. Задаётся длительность звукового сигнала в интервале 0..1000мс, а также длительность вибрации 0..1000мс.

Для быстрого выбора типовых конфигураций и управления дозиметром отведена отдельная характеристика, имеющая тип read/write. В эту характеристику записываются 8- битные команды-макросы с возможными 16-битными аргументами (до трёх аргументов), целью которых является сокращение числа циклов обмена, например, переход устройства в «тихий» режим, в котором он не издаёт звуков и вибраций.

Профиль AtomService в приложении к устройствам AtomTag

Измерительные характеристики

Измерительные характеристики - основной набор данных с которым работает клиентское приложение. Характеристики разбиты на две группы по типу

доставки потока данных: активная Notification основная, и пассивная Read дополнительная.

Основная измерительная характеристика

Предназначена для постоянной передачи устройством измеряемых величин и флагов состояния.

Инициализация

| ТИП | Notification |
|----------------|---|
| UUID | 70BC767E-7A1A-4304-81ED-14B9AF54F7BD |
| unit8 uuid[16] | {0xBD, 0xF7, 0x54, 0xAF, 0xB9, 0x14, 0xED, 0x81, 0x04, 0x43, 0x1A, 0x7A, 0x7E, 0x76, 0xBC, 0x70}; |
| Активация | |
| Attribute UUID | 2092 |
| Значение | 001 |
| | Big Endian |

Структура (13 байт, Little Endian)

| Индекс (байт) | Размер (байт) | Тип | Описание | Значение по умолчанию |
|------------------|------------------|-------|---|-----------------------------|
| 0 | 1 | uint8 | Флаги состояния | |
| 1 | 4 | float | Накопленная доза в mSv (миллизиверты) | |
| 5 | 4 | float | Мощность дозы в µSv/h (микрозиверты в час), рассчитывается в течении N секунд. Количество N задается в основной калибровочной характеристике | N=34 |

| | | | | |
|----|---|--------|--|--|
| 9 | 2 | uint16 | Число импульсов за последние 2 секунды | |
| 11 | 1 | uint8 | Процент заряда батареи (0..100) в формате signed char. Внутри AtomTag рассчитывается из ЭДС литий-ионного аккумулятора обратной параболической интерполяцией в предположении: 0% - 3.5В, 10% - 3.6В, 100% - 4.0В | |
| 12 | 1 | uint8 | Температура в формате signed char, градусы Цельсия (-128..127), °C | |

Флаги

| Индекс бита | Описание | Значение | Условие |
|-------------|---|----------|--|
| 0 | Произошло превышение одного из установленных порогов дозы или мощности дозы | 1 | если превышение произошло. индикатор превышения дозы нужен для совместимости с сокращенными вариантами прошивок счетчиков |
| 1 | Сбрасываемый флаг превышения порога мощности дозы | | аналогично флагу превышения накопленной дозы |
| 2 | За последние 2 сек произошло изменение скорости счёта более чем на X стандартных отклонений (X=5 по умолчанию). Значение мощности дозы сброшено и рассчитывается заново. | 1 | Взводится и удерживается до конца нового замера мощности дозы (по умолчанию 34 сек). |
| 3 | Зарезервирован | | |
| 4 | Индикатор превышения тока через детектор | 1 | если ток через счётчик Гейгера аномально большой. Может сигнализировать о выходе счётчика из строя, а также о значительной перегрузке ионизирующими частицами, при которой работа в режиме счётчика невозможна. Счёт при этом может падать или вовсе |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | | | отсутствовать. Следует информировать пользователя, что в детекторе непрерывная ионизация или непогасающий разряд. |
| 5 | Индикатор перегрузки детектора счётными импульсами | 1 | если суммарная длительность мёртвого времени превышает 50%, достигнут технический предел счётчика Гейгера, при дальнейшем повышении мощности дозы он перестанет работать в режиме счётчика. Поправка на мёртвое время (поправочный коэффициент) превышает число 2. |
| 6 | Индикатор подключения зарядного устройства | 1 | если подключено зарядное устройство |
| 7 | Индикатор аварийного выключения | 1 | Был выключен аппаратно в связи с глубоким разрядом батареи, либо в результате зависания |

Дополнительная измерительная характеристика

Предназначена для получения исходных данных о числе попавших в детектор частиц, без пересчёта с использованием калибровки. Необходима, например, для перерасчёта дозы, накопленной в промежутке обрыва связи, когда точности *float* значения дозы недостаточно.

Инициализация

| | |
|------|--------------------------------------|
| ТИП | Read |
| UUID | 8E26EDC8-A1E9-4C06-9BD0-97B97E7B3FB9 |

| | |
|-----------------------|---|
| unit8 uuid[16] | {0xB9, 0x3F, 0x7B, 0x7E, 0xB9, 0x97, 0xD0, 0x9B, 0x06, 0x4C, 0xE9, 0xA1, 0xC8, 0xED, 0x26, 0x8E}; |
|-----------------------|---|

Структура (20 байт, Little Endian)

| Индекс (байт) | Размер (байт) | Тип | Описание | |
|------------------|------------------|--------|---|---------------------------|
| 0 | 8 | uint64 | Общее число импульсов: measuredImpulseCount | |
| 8 | 4 | uint32 | Число импульсов коррекции на мёртвое время датчика. Для расчёта дозовых величин на него нужно увеличить общее число импульсов: measuredImpulseCountSpeed | impulses count |
| 12 | 4 | uint32 | Общее число импульсов за N секунд. Количество N задается в основной калибровочной характеристике | По умолчанию: N =34 |
| 16 | 4 | uint32 | Время измерения дозы в секундах | Не более 136 лет |

Настроечные характеристики

Настроечные характеристики делятся на две группы: три характеристики установки вибросвуковой индикации превышения порогов и характеристики управления устройством.

Характеристики настроек индикации превышения порогов

Характеристики предназначена для установки порогов сработки на значения дозы и мощности дозы, для установки времени расчёта мощности дозы

(меньшее время увеличивает скорость сработки за счёт точности), для установки типа и длительности звукового сигнала, а также длительности вибросигнала при превышениях.

Установка порогов сохраняется в ОЗУ при записи характеристики и действует как при работе прибора в автономном режиме, в несвязанном с другим устройством состоянии, так и при подключенном устройстве. При записи команды сохранения настроек с открытым пользовательским паролем сохраняется во флеш.

Инициализация

| ТИП | Read/Write |
|----------------|---|
| Priority | 0 |
| UUID | 3F71E820-1D98-46D4-8ED6-324C8428868C |
| unit8 uuid[16] | {0x8C, 0x86, 0x28, 0x84, 0x4C, 0x32, 0xD6, 0x8E, 0xD4, 0x46, 0x98, 0x1D, 0x20, 0xE8, 0x71, 0x3F}; |
| Описание | Низкоприоритетный порог срабатывания |

Инициализация

| ТИП | Read/Write |
|----------------|--|
| Priority | 1 |
| UUID | 2E95D467-4DB7-4D7F-9D82-4CD5C102FA05 |
| unit8 uuid[16] | {0x05, 0xFA, 0x02, 0xC1, 0xD5, 0x4C, 0x82, 0x9D, 0x7F, 0x4D, 0xB7, 0x4D, 0x67, 0xD4, 0x95, 0x2E}; |
| Описание | Виброзвуковая сигнализация имеет приоритет над первым порогом , в случае превышения будет срабатывать в первую очередь. |

Инициализация

| | |
|----------------|---|
| ТИП | Read/Write |
| Priority | 2 |
| UUID | F8DE242F-8D84-4C12-9A2F-9C64A31CA7CA |
| uint8 uuid[16] | {0xCA, 0xA7, 0x1C, 0xA3, 0x64, 0x9C, 0x2F, 0x9A, 0x12, 0x4C, 0x84, 0x8D, 0x2F, 0x24, 0xDE, 0xF8}; |
| Описание | Виброзвуковая сигнализация имеет приоритет над первым и вторым порогом , в случае превышения будет срабатывать в первую очередь. |

Структура характеристик порогов (10 байт, Little Endian)

| Индекс (байт) | Размер (байт) | Тип | Описание | По умолчанию по priority |
|------------------|------------------|-------|---|--|
| 0 | 4 | float | На чтение и на запись: Порог включения сигнала о превышении накопленной дозы, mSv | 0:10mSv 1:40mSv 2:200mSv |
| 4 | 4 | float | На чтение и на запись: Порог срабатывания сигнала о превышении мощности дозы, µSv/h | 0:0.5µSv/h 1:2.0µSv/h 2:10.µSv/h |
| 8 | 1 | uint8 | На чтение и на запись: Время детектирования превышения мощности дозы, seconds | 34 seconds |
| 9 | 1 | uint8 | На чтение и на запись: | для порогов 1 и 2 - 0x11, |

| | | | | |
|--|--|--|--|------------------------|
| | | | <u>Байт управления виброзвуковой</u> (см. ниже) сигнализацией. | для порога 3 - 0x22 |
| | | | Байт состоит из двух полубайтов, старший из которых отвечает за поведение на превышение мощности дозы, младший - на превышение дозы. | |

Байт управления сигнализацией, формат 4-битной настройки

| Код команды | Описание |
|-------------|---|
| 0x1 | звуковая сигнализация по умолчанию - двойной короткий тоновый сигнал при превышении мощности дозы каждые 2 секунды, сигнал кодом Морзе "D1", "D2" или "D3" (для порогов дозы 1, 2 и 3 соответственно) раз в минуту при превышении дозы, вибросигнал отключен. |
| 0x2 | то же, что и 0x01, но включен вибросигнал длительностью 1 секунда, который сопровождает звуковой сигнал. |
| 0x3...0xf | зарезервированы |

Старшие 4 бита байта управления сигнализацией отвечают за управление реакцией на превышение мощности дозы, младшие 4 бита - на превышение дозы. Например, 0x12 будет означать отключенную вибросигнализацию на превышение порога мощности дозы, но включенную на превышение дозы.

Характеристика управления устройством

Характеристика управления устройством предоставляет интерфейс для установки настроек работы устройства с текущими величинами измерений и порогов, отклика на детектирование частиц и пр. Состоит из набора параметризованных команд.

На чтение возвращает текущие настройки виброзвуковой сигнализации.

Инициализация

| | |
|----------------|---|
| ТИП | Read/Write |
| Priority | 1 |
| UUID | EA50CFCD-AC4A-4A48-BF0E-879E548AE157 |
| unit8 uuid[16] | {0x57, 0xE1, 0x8A, 0x54, 0x9E, 0x87, 0x0E, 0xBF, 0x48, 0x4A, 0x4A, 0xAC, 0xCD, 0xCF, 0x50, 0xEA}; |

Структура (8 байт, Little Endian)

| Индекс (байт) | Размер (байт) | Тип | Описание |
|------------------|------------------|--------|---|
| 0 | 1 | uint8 | Команда, на чтение всегда 0x00 |
| 1 | 2 | uint16 | Параметр #1 На чтение: длительность звука в msec На запись: первый параметр команды: длительность звука в msec, пароль, либо не имеет значения, если команда не предполагает этого параметра. |
| 3 | 2 | uint16 | Параметр #2 На чтение: тон звука в Hz На запись: тон звука в Hz, либо 0x0 если команда не предполагает этого параметра. |
| 5 | 2 | uint16 | Параметр #3 На чтение: длительность вибрации в msec На запись: длительность виброотклика на импульс в msec, либо не имеет значения, если команда не предполагает этого параметра. |

| | | | |
|---|---|-------|---|
| 7 | 1 | uint8 | <p>На чтение: флаги установок виброзвуковой сигнализации</p> <p>бит 0: 1 если отключена только виброзвуковая реакция на порог дозы 1</p> <p>бит 1: 1 если отключена только виброзвуковая реакция на порог дозы 2</p> <p>бит 2: 1 если отключена только виброзвуковая реакция на порог дозы 3</p> <p>бит 3: 1 если отключена только виброзвуковая реакция на порог мощности дозы 1</p> <p>бит 4: 1 если отключена только виброзвуковая реакция на порог мощности дозы 2</p> <p>бит 5: 1 если отключена только виброзвуковая реакция на порог мощности дозы 3</p> <p>бит 6: 1 если отключена виброзвуковая реакция на импульсы</p> <p>бит 7: 1 если вся виброзвуковая сигнализация отключена, виброзвуковой отклик на импульсы при этом может быть разрешён и действует отдельно.</p> |
|---|---|-------|---|

Команды

| Код команд | Описание | Параметры | Единицы |
|------------|--|--|---|
| 0x01 | Установка параметров виброзвукового отклика на импульс | <p>Параметр #1 - длительность звука, ms</p> <p>Параметр #2 - тон звука в Hz</p> <p>Параметр #3 - длительность вибро в ms</p> | <p>первый - 0..1000 ms</p> <p>второй - 490..10000 Hz</p> <p>третий - 0..1000 ms</p> |

| | | | |
|------|---|-----|---|
| 0x02 | Установка типовой конфигурации (preset) виброзвукового отклика на импульс с длительностью звука 2мс, 1кГц без вибрации | 0x0 | Параметры игнорируются |
| 0x03 | Установка типовой конфигурации виброзвукового отклика на импульс с длительностью звука 20мс, 1кГц без вибрации | 0x0 | |
| 0x04 | Установка типовой конфигурации (preset) виброзвукового отклика на импульс с длительностью звука 1мс, 4кГц без вибрации (установка по умолчанию, действует в свежешитом приборе) | 0x0 | Параметры игнорируются |
| 0x05 | Установка типовой конфигурации виброзвукового отклика на импульс с длительностью звука 20мс, 4кГц без вибрации | 0x0 | |
| 0x06 | Установка типовой конфигурации виброзвукового отклика на импульс с длительностью звука 1мс, 4кГц и вибрацией 10мс. | 0x0 | |
| 0x07 | Установка типовой конфигурации виброзвукового отклика на импульс с длительностью звука 20мс, 4кГц и вибрацией 100мс. | 0x0 | |
| 0x08 | Отключение виброзвуковой реакции на импульсы (запись нулей в величины длительностей звукового и | 0x0 | Команда оптимизирует количество сеансов связи с |

| | | | |
|------|---|--|---|
| | вибрационного откликов) . Виброзвуковая реакция на пороги сохраняется. | | одним устройством для типовых установок. |
| 0x0A | Активация «тихого» режима. Отключает любую виброзвуковую сигнализацию, включая реакцию на пороги. | 0x0 | Во флеш не сохраняется. Прибор не издаёт никаких заметных человеку сигналов. |
| 0x10 | Де-активация «тихого» режима. Возвращает виброзвуковую сигнализацию. | 0x0 | Возвращаются в состояние настроек команд управления виброзвуковой сигнализацией. |
| 0x11 | Снимает сбрасываемые флаги о превышениях дозы, интенсивности и некорректного выключения. Подтверждение приёма флагов состояния. | | |
| 0x12 | Возвращает настройки порогов к значениям по умолчанию. | 0xACCE | “Открытый” пароль. Должен быть строкой вида {0xAC, 0xCE }, т.е. если пишем как параметр uint16, то он “своппится”, 0xCEAC. |
| 0x13 | Отключает виброзвуковую реакцию на пороги, импульсы и прочие события. | 0x0000 – импульсы 0x0001 – 1-й порог дозы | Отключение виброзвуковой сигнализации всех порогов делает невозможным индивидуальное |

| | | | |
|--|--|---|------------------------|
| | | <p>0x0002 - 2-й порог дозы</p> <p>0x0003 - 3-й порог дозы</p> <p>0x0004 - 1-й порог мощности дозы</p> <p>0x0005 - 2-й порог мощности дозы</p> <p>0x0006 - 3-й порог мощности дозы</p> <p>0x0007 - все пороги</p> <p>0x0008 - все пороги, кроме первого (разрешает если выключен)</p> <p>0x0009 - все пороги, кроме второго (разрешает если выключен)</p> <p>0x000A - все пороги, кроме третьего (разрешает если выключен)</p> <p>0x0010 - все звуки (пороги и служебные сигналы), включая реакцию на импульсы. Реакция на импульсы идёт отдельным флагом и её можно включить при установленном режиме отключения всех звуков.</p> | управление пороговыми. |
|--|--|---|------------------------|

| | | | |
|------|--|--|--|
| | | <p>Другие звуки включить нельзя.</p> <p>0x0011 - все звуки, кроме звуков реакции на импульсы.</p> <p>0x0012 - звук при переподключении прибора</p> <p>0x0013 - звук-сигнализатор разряда батареи ниже 10%</p> | |
| 0x14 | Возвращает виброзвуковую виброзвуковую реакцию. | <p>0x0000 - импульсы</p> <p>0x0001 - 1-й порог дозы</p> <p>0x0002 - 2-й порог дозы</p> <p>0x0003 - 3-й порог дозы</p> <p>0x0004 - 1-й порог мощности дозы</p> <p>0x0005 - 2-й порог мощности дозы</p> <p>0x0006 - 3-й порог мощности дозы</p> <p>0x0007 - все пороги</p> <p>0x0010 - все звуки, а также включает звук на</p> | |

| | | | |
|------|---|--|---|
| | | <p>импульсы, если он был выключен</p> <p>0x0011 - все звуки, но не затрагивает звук на импульсы и соответствующий флаг</p> <p>0x0012 - звук при переподключении прибора</p> <p>0x0013 - звук-сигнализатор разряда батареи ниже 10%</p> | |
| 0xCA | <p>Сохранение действующих настроек во флеш-память. Без сохранения настройки действуют до первой перезагрузки устройства.</p> | <p>При сохранении настроек:</p> <p>Параметр #1: 0xACEE, второй и третий не имеют значения</p> | <p>Пароль должен быть строкой вида: {0xAC, 0xCE}, т.е. если пишем как параметры uint16, то байты попарно "свопнутся", 0xCEAC.</p> |
| 0xAA | <p>Проигрывает мелодию. Предназначено для поиска прибора, если он потерян.</p> | <p>Номер мелодии или звуковой последовательности. Рекомендуется использовать 0x00. Эта последовательность покрывает широкую полосу частот и эффективно использует резонанс встроенного</p> | |

| | | | |
|------|---|--|---|
| | | <p>звукоизлучателя.</p> <p>Также доступны значения 0x01 и 0x02.</p> <p>Мелодии 0x80..0x8C – служебные.</p> | |
| 0xDE | Сбрасывает накопленное значение общего числа импульсов (дозы). | 0xACCE | Пароль |
| 0xFF | Выключает устройство, аппаратно отсоединяя элемент питания. Эквивалентно действию скрытой кнопки. | 0xACCE | Включить можно будет только нажатием скрытой кнопки либо подсоединением зарядного устройства. |

Калибровочные (сервисные) характеристики

Основная калибровочная характеристика

Характеристика позволяет прочитать и управляет калибровочными значениями счетчика частиц.

Инициализация

| ТИП | Read/Write |
|----------------|---|
| UUID | 57F7031F-03C1-4016-8749-BAABAA58612D |
| unit8 uuid[16] | {0x2D, 0x61, 0x58, 0xAA, 0xAB, 0xBA, 0x49, 0x87, 0x16, 0x40, 0xC1, 0x03, 0x1F, 0x03, 0xF7, 0x57}; |

Структура (18 байт, Little Endian)

| Индекс (байт) | Размер (байт) | Тип | Описание | По умолчанию |
|------------------|------------------|--------|--|---|
| 0 | 4 | float | Чувствительность датчика, в импульсах на микроРентген, impulses/ μ R | 78.0 (чувствительность счетчика СБМ-20) |
| 4 | 4 | float | Фоновый счёт датчика, в импульсах в секунду, impulses/sec | 1/15 (СБМ-20) |
| 8 | 4 | float | Мертвое время датчика, ms | 0.2 (СБМ-20) |
| 12 | 2 | uint16 | Время измерения мощности дозы, seconds. При записи нечётного будет округлено к меньшему чётному. | 34, должно быть четным! |
| 14 | 4 | uint32 | Пароль для записи калибровки в RAM | Write: 0xACCE57FE Read: 0x0 |

Характеристика служебных данных

Характеристика предназначена для настройки прибора при его производстве. Позволяет читать некоторые калибровочные данные и управлять ими. Также управляет сохранением калибровочных данных во флеш-память.

Инициализация

| ТИП | Read/Write |
|----------------|---|
| UUID | E2423A67-7541-4080-8B5A-59449454A873 |
| uint8 uuid[16] | {0x73, 0xA8, 0x54, 0x94, 0x44, 0x59, 0x5A, 0x8B, 0x80, 0x40, 0x41, 0x75, 0x67, 0x3A, 0x42, 0xE2}; |

Общая структура (17 байт, Little Endian)

| Индекс (байт) | Размер (байт) | Тип | Описание | |
|------------------|------------------|-----------|--|-------------|
| 0 | 1 | uint8 | Команда, на чтение | всегда 0x00 |
| 1 | 2 | uint16[8] | <p>На запись: параметры #1-#8</p> <p>На чтение: массив значений длиной 8 байт.</p> | |

Характеристика предоставляет несколько режимов управления и получения данных в зависимости от параметра команды переданной центральным устройством в режиме Write при последнем сеансе связи.

В режиме записи назначение параметров при записи зависит от команды.

Команды

| Код команд ы | Описание | Параметры | Единицы |
|-----------------|-----------------------------------|--|---|
| 0xCA | Сохранение действующей калибровки | <p>Параметр #1: 0x57FE</p> <p>Параметр #2: 0xACCE</p> <p>Параметр #3: 0xD0CA</p> | <p>Пароль записи калибровки – "закрытый", не предназначен для пользовательской документации.</p> <p>Должен быть строкой вида {0x57, 0xFE, 0xAC, ...}, т.е. если пишем как</p> |

| | | | |
|------|--|---|---|
| | | | параметры uint16, то байты попарно "свопнутся", 0xFE57, ... |
| 0xCB | Калибровка сдвига и наклона шкалы термодатчика | <p>Калибровка сдвига:</p> <p>Параметр #1: 0xACCE</p> <p>Параметр #2: 0x0000</p> <p>Параметр #3: текущая температура в формате signed short</p> <p>Калибровка наклона шкалы:</p> <p>Параметр #1: 0xACCE</p> <p>Параметр #2: 0x0001</p> <p>Параметр #3: текущая температура в</p> | <p>При калибровке наклона шкалы температура должна быть отлична от температуры калибровки сдвига шкалы как минимум на 5 градусов Цельсия. В противном случае команда будет проигнорирована.</p> |

| | | | |
|------|---|--|--------------------------------|
| | | формате signed short | |
| 0xCC | Устанавливает режим чтения сервисных данных | Параметр #1: 0xACCE, Параметр #2: режим чтения сервисных данных (uint16) | По умолчанию параметр #2: 0x00 |

В режиме чтения с помощью характеристики можно получить:

1. Калибровочные параметры чипсета прибора.
2. Массив измерений последних 2-х секундных измерений счетчика, для восстановления значений при разрыве связи между центральным устройством и прибором.

Тип данных, который можно получить при чтении характеристики зависит от предварительно выставленного, в режиме работы с характеристикой `Write 0xCC` (см. таблицу выше), соответствующей командой **режима чтения сервисных данных** - по умолчанию этот режим задан байтом `0x00`.

Структура для выбранного режима чтения 0x01 (17 байт, Little Endian)

| Индекс (байт) | Размер (байт) | Тип | Описание | По умолчанию |
|------------------|------------------|-------|-------------|--------------|
| 0 | 1 | uint8 | Всегда ноль | |

| | | | | |
|----|---|-------------|---|------|
| 1 | 4 | float | Калибровочный коэффициент для перевода числа АЦП батареи в милливольты, mV. | 1/38 |
| 5 | 4 | float | Калибровочный коэффициент для перевода числа АЦП температуры в °C. | 2/9 |
| 9 | 2 | uint16 | Калибровочное значение кода АЦП температуры, соответствующее комнатной температуре. | 23 |
| 11 | 2 | uint16 | Текущее значение АЦП температуры | |
| 13 | 1 | signed char | температура, при которой выполнена калибровка сдвига шкалы, градусы Цельсия | 23 |

Режим чтения сервисных данных:

1. 0x00, 0x02 и любое другое значение выше - последние 8 двухсекундных замеров числа импульсов. Значение по умолчанию - 0x00. **Массив значение начинается от последнего измерения к более раннему.**
2. 0x01 - сервисные данные температурной калибровки.

Характеристика текстового описания

Характеристика позволяет установить краткое (не более 20 символов) текстовое имя прибора или его описание. Никак не влияет на измерительную часть. Запись с верным паролем иницирует сохранение принятой строки во флеш.

Инициализация

| | |
|-----|------------|
| ТИП | Read/Write |
|-----|------------|

| | |
|-----------------------|---|
| UUID | BB6C9C06-C37D-49B0-94CA-83623622573B |
| uint8 uuid[16] | {0x3B, 0x57, 0x22, 0x36, 0x62, 0x83, 0xCA, 0x94, 0xB0, 0x49, 0x7D, 0xC3, 0x06, 0x9C, 0x6C, 0xBB}; |

Структура (20 байт)

| Индекс (байт) | Размер (байт) | Тип | Описание | По умолчанию |
|--------------------------|--------------------------|------------|---|---------------------|
| 0 | 20 | char[20] | Произвольная строка, которой пользователь может промаркировать прибор. Допустимый набор символов ASCII, Latin. Последний символ обязательно должен быть '\0'. | "AtomTag\0" |

Реализация профиля на базе сервиса AtomService

Кроме нестандартизованного сервиса AtomService устройство AtomTag содержит следующие стандартные сервисы:

- **Generic Access:** `uuid=0x1800`, обязателен в любом BLE-устройстве
- **Generic Attribute:** `uuid=0x1801`, обязателен в любом BLE-устройстве, реализующем GATT, т.е. в любом устройстве, предназначенном для работы в паре с iOS- или Android-устройством
- **Device Information:** `uuid=0x180A`, опциональный

Сервисы Generic Access и Generic Attribute, как правило, не предназначены для использования в клиентском приложении, так как скрыты уровнем API операционной системы (ОС). Для клиентского ПО может быть полезна единственная характеристика сервиса **Generic Access**:

- **Device Name:** `uuid=0x2A00`. Содержит имя устройства, которое отображается при сканировании устройств средствами ОС. Имеет вид строки "AtomTag" без нуль-терминатора.

Сервис **Device Information** содержит следующие характеристики, которые могут быть использованы в клиентском программном обеспечении:

- **Model Number String:** `uuid=0x2A24`. Содержит строку даты сборки firmware в формате "Mmm dd yyyy", например, "Oct 01 2014". Автоматически генерируется компилятором.

- **Serial Number String:** `uuid=0x2A25`. Содержит строку времени сборки firmware в формате `“hh:mm:ss”`. Автоматически генерируется компилятором.
- **Firmware Revision String:** `uuid=0x2A26`. Содержит строку версии прошивки, задаваемую вручную на этапе компиляции. Имеет формат `“v.X.X.X”`, например `“v.1.0.0”`.
- **Hardware Revision String:** `uuid=0x2A27`. Содержит строку версии схемы и печатной платы, задаваемую вручную на этапе компиляции. Имеет формат `“v.X.X.X”`, например `“v.1.0.0”`.
- **Software Revision String:** `uuid=0x2A28`. Содержит строку версии прикладного API сервиса AtomService, задаваемую вручную на этапе компиляции. Имеет формат `“v.X.X.X”`, например, `“v.1.0.0”`.
- **Manufacturer Name String:** `uuid=0x2A29`. Содержит строку бренда производителя. В настоящий момент `“Atom”`.

Использование оповещательных данных для получения некоторых измеряемых величин

Основные данные (Advertisement Data)

Каждые две секунды неспящее устройство AtomTag отправляет в эфир порцию данных, содержащих имя устройства, некоторые флаги GAP и поле, именуемое MANUFACTURER_SPECIFIC. Эти данные позволяют обнаруживать AtomTag, как и любое другое bluetooth-устройство.

Имя устройства в AtomTag динамически обновляется каждые 2 секунды и представляет собой строку в кодировке Latin-1, длиной 20 символов (байт). Эти

данные могут быть использованы для получения мощности дозы, измеряемой устройством, без установления соединения с ним.

Формат строки:

AtomTag: x.xxx uSv/h

где x.xxx – обновляемая величина.

Примеры полученной строки имени устройства:

AtomTag: 0.116 uSv/h

AtomTag: 12.09 uSv/h

AtomTag: 609.0 uSv/h

AtomTag: 1596 uSv/h

Поле MANUFACTURER_SPECIFIC содержит обновляемые каждые 2 секунды данные, 4 байта. Эти данные также могут быть использованы для получения некоторых измеряемых устройством величин без установления соединения с ним.

Структура (4 байта)

| Индекс, байт | Назначение, тип данных, единицы измерения |
|--------------|---|
| 0 | байт флагов состояния |
| 1 | байт уровня заряда батареи, % |
| 2 | байт температуры, °C |
| 3 | байт версии сочетания firmware+hardware |

Единицы измерения и расположение флагов в поле данных MANUFACTURER_SPECIFIC - как у величин из основной измерительной характеристики.

Дополнительные данные (Scan Response Data)

При обнаружении bluetooth-устройства мастер (смартфон, компьютер) перед соединением с ним должен запросить у устройства расширенные оповещательные данные. В AtomTag эти данные содержат UUID основного сервиса, рекомендуемые устройством интервалы обмена и мощность передатчика устройства.

Поскольку дополнительные данные требуют обратной связи, т.е. запроса от мастера для их выдачи, эти данные представляют меньший практический интерес. В AtomTag дополнительные оповещательные данные неизменны.

Использование калибровочных констант для вычисления величин

**Значение скорости счёта числа зарегистрированных частиц с
учетом измерения мертвого времени датчика**

```
trueImpulseCountSpeed = measuredImpulseCountSpeed/  
(1-deadTime*measuredImpulseCountSpeed)
```

**Использование измерительной характеристики
для вычисления доз и мощностей доз в
различных режимах измерения**

Общие сведения об измеренных величинах

Для вычисления мощности дозы прибор подсчитывает количество срабатываний счётчика Гейгера каждую секунду и если это число больше 100 то производит коррекцию на мёртвое время для каждой секунды наблюдения по формуле $N=M/(1-M*T)$,

где:

N — истинное количество срабатываний счётчика (то что мы наблюдали бы при отсутствии эффекта мёртвого времени у счётчика Гейгера, именно это число следует использовать при расчёте мощности дозы)

M — наблюдаемое количество срабатываний счётчика

T — мёртвое время счётчика (калибровочная константа, начальное значение 0.0003 с), затем производит вычисление мощности дозы по формуле

$$МАЭД = (((\text{сумма } (N1:Nn)) * K1) / n) * 3600 - K2 ,$$

где: K1 — константа чувствительности счётчика (начальное значение 0.128 нЗв\импульс), K2 — собственный фон счётчика (начальное значение 40 нЗв\ч), n — количество секунд с начала измерения, МАЭД — мощность амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения. Если в результате вычисления получается отрицательное число (такое возможно) то индицируется нулевой результат.

Статистическая погрешность вычисляется по формуле:

$$D = Kp \sqrt{\text{сумма } (N1:Nn)} * 100\% ,$$

где: Kp — коэффициент зависящий от требуемого коэффициента доверия, а именно: 67% - 1, 95% - 2, 99% - 3 (коэффициент доверия задаётся в настройках приложения из ряда 67%, 95%, 99%). Статистическая погрешность выводится на экран вместе с мощностью дозы и накопленной дозой.

Поисковый режим

При работе прибора в поисковом режиме происходит суммирование значений N от текущей секунды назад по времени пока сумма не достигнет числа F, принимающего значения: 10 (для быстрого поиска), 20 (для нормального режима поиска) или 30 (для режима поиска с повышенной точностью). Максимальное количество секунд для такого суммирования — не более 100. При достижении или превышении суммой значений N числа F необходимо вычислить мощность дозы и текущую статистическую погрешность* результата и вывести на экран. Если за 100 секунд число F достигнуто не было или имеет место первоначальное включение поискового режима работы прибора то

индицируется результат измерения и статистическая погрешность исходя из имеющихся данных вместе с сообщением о том что результат недостоверен.

Число F задаётся из настроек приложения через свойство поискового режима из ряда: быстрый, нормальный, точный (медленный).

* При низких мощностях дозы статистическая погрешность будет практически всегда одинаковой, её снижение будет наблюдаться при больших мощностях дозы при которых за первую секунду пришедшее количество импульсов будет превышать F.

Измерительный режим

При работе прибора в измерительном режиме вычисление мощности дозы и статистической погрешности проводится каждую секунду с выводом результата на экран. Максимальная длительность измерения — не менее 100 000 секунд. Начало нового измерения производится после включения измерительного режима или нажатия кнопки «сброс». Результат в измерительном режиме должен выводиться на экран с тремя значащими цифрами, единицы измерения — нанозиверты в час, микрозиверты в час, миллизиверты в час — выбираются автоматически в зависимости от результата измерения. Во время работы измерительного режима должен параллельно работать поисковый режим чтобы пользователь мог отслеживать изменение мощности дозы во времени если таковое имеет место быть, также он будет полезен для сигнализации пользователю о превышении установленного порога мощности дозы. При нажатии кнопки «сброс» предыдущий результат измерения (как минимум один, лучше — штук 5) должен индизироваться небольшим шрифтом в формате: дата — время окончания измерения — результат измерения — статистическая погрешность — название единицы измерения. Приложение должно не допускать «засыпания» iPhone/iPad во время работы. В случае если пользователь переключал приложения поисковый режим должен запускаться с нуля, измерительный режим должен остановиться на текущем результате с возможностью повторного запуска нажатием кнопки **«сброс»**.

Некоторые полезные соотношения

При единичном коэффициенте качества, что справедливо для гамма-излучения и бета частиц по определению:

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Зв} = 114 \text{ Р}$$

Если обозначить коэффициент чувствительности датчика K [имп/мкР], то, без учёта фонового счёта датчика, число N подсчитанных импульсов соответствует дозе

$$D = N/K \text{ [мкР]}$$

$$D = N/(114 * K) \text{ [мкЗв]}$$

С учётом собственного фонового счёта датчика s , [имп/мин]:

$$D = N - s * t / K \text{ [мкР]}$$

$$D = N - s * t / (114 * K) \text{ [мкЗв]}$$

где t - время счёта в минутах. Учёт фоновой скорости счёта требует данных о времени счёта.

Для счётчика Гейгера СБМ-20, без учёта фонового счёта датчика:

$$1 \text{ импульс} = 12.8205 \text{ нР} = 112.46 \text{ пЗв} = 1 \text{ Е-}10 \text{ Зв} = 1 \text{ Е-}8 \text{ Р}$$

Примерная годовая доза, получаемая человеком под действием естественного радиационного фона:

$$1 \text{ мЗв} \approx 0.1 \text{ Р}$$

Предельно допустимая годовая доза для населения согласно НРБ-99:

$$1 \text{ мЗв} \approx 0.1 \text{ Р}$$

Порог лучевой болезни:

$$1 \text{ Зв} \approx 100 \text{ Р}$$

Летальная доза:

$$6 \text{ Зв} \approx 600 \text{ Р}$$

Предельно допустимая доза для населения, согласно НРБ-99:

$$1 \text{ мЗв}$$

Годовая доза, которую получает человек под действием естественного радиационного фона $10 \text{ мкР/ч} \approx 0.1 \text{ мЗв/ч}$:

$$\sim 1 \text{ мЗв}$$