

1 Основные особенности

Функциональные:

- Подстройка выходного напряжения в широком диапазоне 380-500 В;
- Регистрация импульса с анода счетчика;
- Универсальное подключение по I2C или к цифровому входу микроконтроллера;
- Поддержка двух алгоритмов расчета интенсивности излучения;
- Динамическая регулировка периода времени счета;
- Измерение общего количества импульсов;
- Программное изменение I2C адреса;
- Световая индикация уровня излучения;
- Компактный круглый форм-фактор;
- Логический уровень 3.3 В. Толерантен к уровню 5 В (можно использовать без преобразователя);
- Работа с любым счетчиком с рабочим напряжением 380 – 500 В.

Электрические:

- Низкое напряжение питания 3,0...3,5 В;
- Максимальный ток потребления при высоком излучении - не более 100 мкА.

Технические:

- Компактные размеры модуля 40 мм x 40 мм x 7,1 мм;
- Вес модуля - не более 8 г;
- Диапазон рабочих температур - от -20°C до +60°C.

2 Описание

HV Generator – универсальный высоковольтный генератор модульного форм-фактора с функцией подстройки выходного напряжения и интерфейсами съема показаний счетчика Гейгера. В качестве чувствительного элемента может быть использован газоразрядный или слюдяной счетчик Гейгера-Мюллера.

Регистрируемые импульсы снимаются напрямую со специального вывода, или с цифрового интерфейса I2C. Устройство поддерживает измерение и расчет интенсивности излучения с использованием двух алгоритмов: с динамическим диапазоном времени счета для обнаружения локальных источников загрязнения, и с широким статическим временным диапазоном для точного измерения значения текущего радиационного фона. За счет установленного на плате светодиода модуль может быть использован без дополнительных устройств съема данных в качестве «индикатора» излучения.

Регистрация импульсов, алгоритмы расчета и передача данных по I2C с частотой работы шины до 100кГц реализованы на микроконтроллере STM32. Также имеется возможность корректировать по I2C чувствительность счетчика к ионизирующему излучению.

Мигание светодиода при запуске модуля свидетельствует о выходе на рабочий режим.

Оглавление

| | |
|---|---|
| 1 Основные особенности | 1 |
| 2 Описание | 1 |
| 3 Характеристики устройства | 3 |
| 3.1 Технические | 3 |
| 3.2 Метрологические | 3 |
| 4 Информационное взаимодействие | 4 |
| 4.1 Карта регистров | 4 |
| 4.2 Описание регистров | 4 |
| 4.2.1 ID устройства | 4 |
| 4.2.2 Версия прошивки | 4 |
| 4.2.3 Интенсивность излучения (динамический период счета) | 4 |
| 4.2.4 Интенсивность излучения (статический период счета) | 5 |
| 4.2.5 Счетчик импульсов | 5 |
| 4.2.6 Адрес устройства | 5 |
| 4.2.7 Чувствительность счетчика | 5 |
| 4.2.8 Управление индикаторным диодом | 5 |
| 4.3 Импульсный выход INT | 5 |
| 4.3.1 Описание | 5 |
| 4.3.2 Порядок работы | 6 |
| 5 Порядок регулирования выходного напряжения | 7 |
| 6 Анодный резистор R5 | 7 |
| 7 Подключение счетчика | 8 |
| 8 Разъем подключения | 8 |
| 9 Чертеж модуля | 9 |
| 10 Дополнительные ресурсы | 9 |

3 Характеристики устройства

3.1 Технические

Общие габариты устройства - 40 мм x 40 мм x 7,1 мм. Вес модуля - 8 грамм.

| Параметр | Значение | | | Размерность |
|--|----------|---------|----------|-------------|
| | не менее | рабочее | не более | |
| Напряжение питания | 3,0 | 3,3 | 3,5 | В |
| Максимальный ток потребления | - | 30 | 100 | мкА |
| Анодное напряжение на газоразрядном счетчике | 380 | - | 500 | В |
| Рабочий температурный диапазон | -40 | +20 | +70 | °С |
| Рабочий диапазон влажности | 0 | 60 | 98 | % |

Таблица 1 (технические характеристики)

3.2 Метрологические

По умолчанию чувствительность модуля настроена на более распространенные счетчики Гейгера СБМ20-1 или СБМ20 производства СФ АО «НИИТФА» десятичный номер ТДМК.433217.008, соответствующего техническим условиям ОД0.339.544ТУ.

Расчет интенсивности излучения выполняется по формуле:

$$RAD = N \times \frac{60_{\text{мин}} \times 60_{\text{сек}}}{P_{\text{ср}} \times dT}, \text{ где}$$

$P_{\text{ср}}$ – средняя чувствительность счетчика СБМ20-1 (СБМ20) к гамма-излучению от источника Ra^{226} ,

dT – временной интервал регистрации количества импульсов,

N – количество импульсов, зарегистрированных за время dT ,

RAD – значение радиационной активности в мкР/ч.

| Параметр | Значение | | | Размерность |
|--|----------|---------|-----------|-------------|
| | не менее | рабочее | не более | |
| Диапазон измеряемого излучения | 14,4 | - | 144 000,0 | мкР/ч |
| Количество импульсов между считываниями данных | 0 | - | 65 535 | имп |
| Чувствительность к гамма-излучению Ra^{226} | 100 | 105 | 110 | имп/мкР |
| Разброс относительной чувствительности | - | - | ±15 | % |

Таблица 2 (метрологические характеристики)

4 Информационное взаимодействие

4.1 Карта регистров

Обмен данными (настройка и передача измеренных значений) осуществляется по интерфейсу I2C на скорости до 100 кГц. При этом датчик работает в режиме Slave с адресом по умолчанию 0x66 (изменяется программно). Логический уровень 3.3 В. Толерантен к уровню 5 В (можно использовать с 5 В устройствами без конвертера).

| Адрес | Наименование | R/W | Диапазон | Размерность |
|-----------|---|-----|-----------------|-------------|
| 0x00 | ID устройства | R | 0x7D | - |
| 0x01 | Версия прошивки | R | 0-255 | - |
| 0x02 | <зарезервировано> | - | - | - |
| 0x03-0x05 | Интенсивность излучения (период измерения T < 123 сек.) | R | 0 ... 1 440 000 | 0,1*мкР/ч |
| 0x06-0x08 | Интенсивность излучения (период измерения T = 220 сек.) | R | 0 ... 1 440 000 | 0,1*мкР/ч |
| 0x09-0x0A | Счетчик импульсов (сбрасывается при считывании) | R | 0 ... 65535 | имп |
| 0x0B-0x0F | <зарезервировано> | - | - | - |
| 0x10 | Адрес устройства | R/W | 0x03-0x77 | - |
| 0x12-0x13 | Чувствительность счетчика | R/W | 0-65535 | имп/мкР |
| 0x14 | Управление индикаторным диодом | R/W | 0/1 | - |

Таблица 3 (карта регистров информационного взаимодействия)

4.2 Описание регистров

4.2.1 ID устройства

[адрес: 0x00, размер: 8 бит, доступ: R]

Контрольный регистр, содержащий идентификатор изделия. По умолчанию имеет значение 0x7D. Используется для контроля подключения устройства.

4.2.2 Версия прошивки

[адрес: 0x01, размер: 8 бит, доступ: R]

Регистр хранения текущей версии прошивки. Используется для контроля и своевременного обновления ПО.

4.2.3 Интенсивность излучения (динамический период счета)

[адрес: 0x03, размер: 24 бит, доступ: R]

Содержит динамическое значение интенсивности ионизирующего гамма-излучения. При детектировании резкого изменения интенсивности излучения (как в большую, так и в меньшую сторону) динамически регулирует период счета скользящего окна, чтобы диапазон охватывал временной промежуток,

содержащий только актуальные данные. Позволяет использовать устройство в режиме поиска локальных загрязнений. Частота обновления – 1 сек.

4.2.4 Интенсивность излучения (статический период счета)

[адрес: 0x06, размер: 24 бит, доступ: R]

Содержит статистическое значение интенсивности ионизирующего гамма-излучения. Период счета скользящего окна составляет 220 сек. Позволяет производить точные измерения постоянного радиационного фона. Частота обновления – 1 сек.

4.2.5 Счетчик импульсов

[адрес: 0x09, размер: 16 бит, доступ: R]

Содержит накопленное количество зарегистрированных модулем импульсов с момента последнего считывания данных по I2C. Значение сбрасывается каждый раз при считывании. Позволяет обрабатывать непосредственно сами импульсы со счетчика Гейгера и реализовывать прочие алгоритмы. Значение обновляется в момент регистрации каждого импульса.

4.2.6 Адрес устройства

[адрес: 0x10, размер: 8 бит, доступ: W]

Данный регистр используется для изменения адреса устройства при необходимости подключения на одну линию одновременно нескольких устройств. По умолчанию содержит значение 0x66. По окончании записи новое значение сохраняется в энергонезависимую память микроконтроллера.

4.2.7 Чувствительность счетчика

[адрес: 0x12, размер: 16 бит, доступ: R/W, обратный порядок байт (от младшего к старшему)]

Содержит значение коэффициента P_{cp} (п 3.2), используемое при расчете интенсивности излучения. При необходимости (например, при установке другого типа счетчика) в регистр вносится необходимое значение чувствительности в имп/мкР. По умолчанию установлено значение 105 имп/мкР. По окончании записи новое значение сохраняется в энергонезависимую память микроконтроллера.

4.2.8 Управление индикаторным диодом

[адрес: 0x14, размер: 8 бит, доступ: R/W]

Регистр управления индикаторным диодом (диод расположен на плате модуля). По умолчанию находится во включенном состоянии. Для включения индикации в регистр необходимо записать 1, для отключения 0. При попытке записи других значений команда игнорируется.

4.3 Импульсный выход INT

4.3.1 Описание

Предназначен для регистрации импульсов внешним устройством (контроллером). 1 зарегистрированный импульс со счетчика равен одному импульсу на выводе INT. Выход может быть подключен к прерывающему входу внешнего устройства.

4.3.2 Порядок работы

Рабочий уровень линии ~0 В. При регистрации импульса модуль подтягивает линию до 3.3 В на ~10 мкс (может зависеть от установленного счетчика Гейгера), затем восстанавливает низкий рабочий уровень линии.

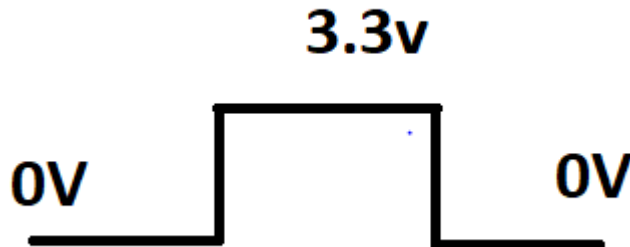


Рисунок 1 (вид импульса на выходе INT)

5 Порядок регулирования выходного напряжения

⚠ ВНИМАНИЕ! Измерение фактического напряжения производить изолированными щупами с помощью мультиметра / вольтметра с максимальным верхним диапазоном измерения не менее 600 В. Настройка высокого напряжения осуществляется поворотом регулировочного винта подстроечного резистора RV1. Диапазон регулировки: 380-500 В. Контрольная точка измерения высокого напряжения «400v» расположена рядом с резистором R5. См. Рисунок 2.

1. Уточнить рабочее напряжение вашего счетчика в руководстве по эксплуатации.
2. Не подключая счетчик Гейгера подать питание 3.3 В на модуль.
3. Подключить вольтметр к контрольным точкам «hv-» («-» вольтметра) и «400v» («+» вольтметра)*.
4. Поворачивая винт подстроечного резистора RV1 добиться желаемого уровня напряжения.

* Примечание. При измерении напряжения между точками «hv+» и «hv-» отображаемое на вольтметре напряжение будет меньше из-за нагрузочного резистора в цепи. Измерение производить между точками «hv+» и «400v».

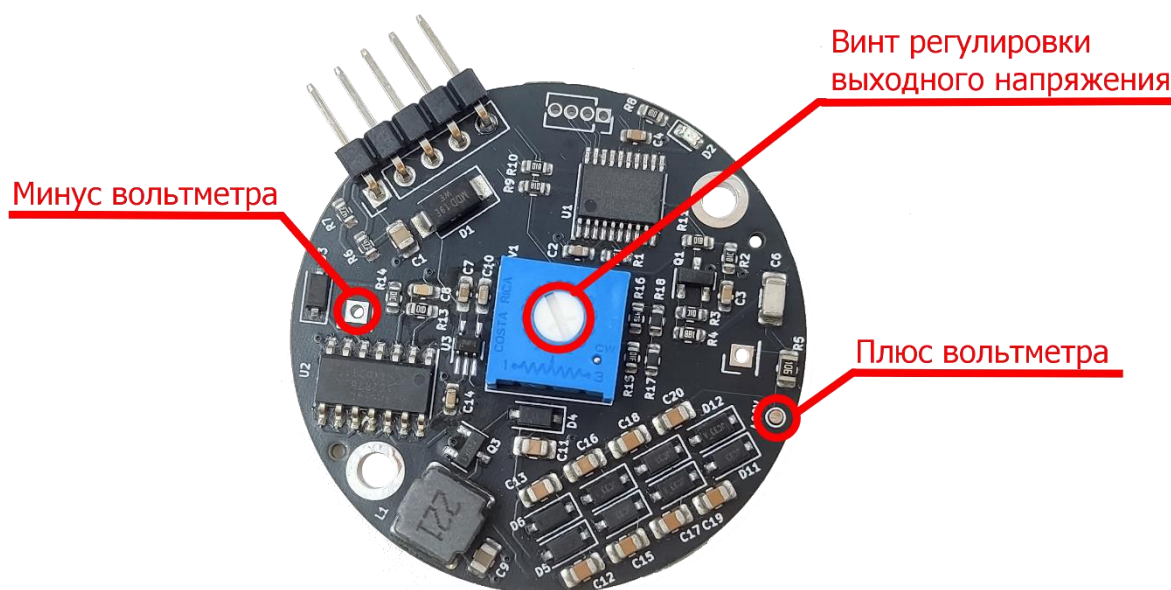


Рисунок 2 (настройка выходного напряжения)

6 Анодный резистор R5

В зависимости от модели счетчика Гейгера Вам может потребоваться замена анодного резистора R5. По умолчанию на модуле установлен резистор с номиналом 10 Мом, что подходит для большинства популярных трубок, включая счетчики СБТ и СБМ.

При необходимости резистор можно перепаять на другой SMD с типоразмером 0805.

7 Подключение счетчика

Перед подключением газоразрядного счетчика отключить модуль от внешнего питания. Припаять анод газоразрядного счетчика к точке hv+, а катод к точке hv-. Точки подключения указаны на шелкографии печатной платы. См. Рисунок 3.

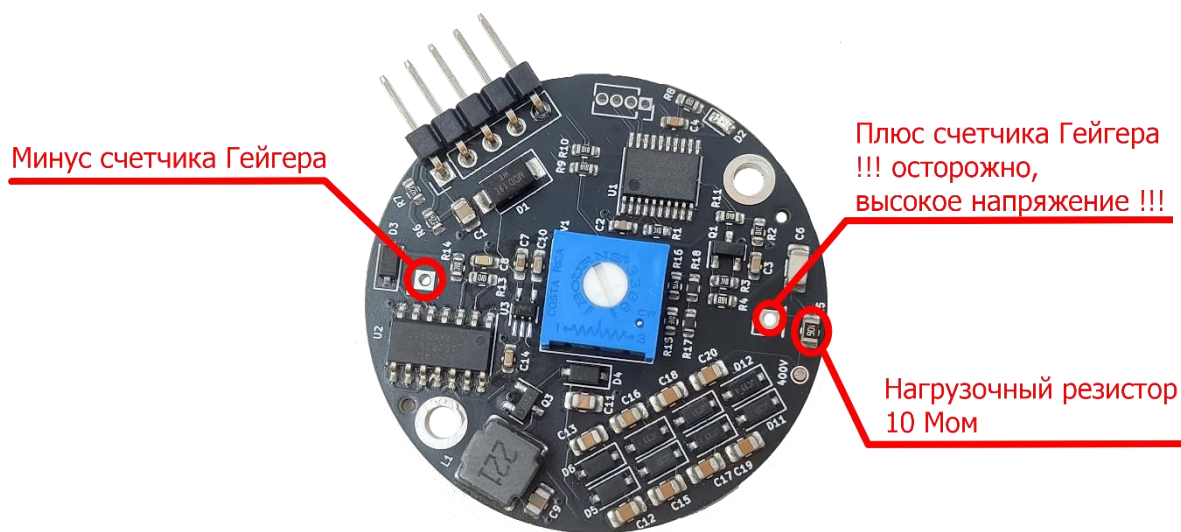


Рисунок 3 (подключение счетчика)

8 Разъем подключения

На плате установлен стандартный для «ардуино» разъем «PLS-5», ответная часть: «PBS-5». Цоколевка разъема указана в таблице ниже.

| Контакт | Название | Назначение |
|---------|----------|--|
| 1 | VCC | Цепь питания датчика |
| 2 | GND | Общий вывод |
| 3 | I2C-SCL | Линия тактирования интерфейса I2C |
| 4 | I2C-SDA | Линия данных интерфейса I2C |
| 5 | INT | Линия регистрируемых импульсов п.4.3.2 |

Таблица 4 (цоколевка разъема подключения)

9 Чертеж модуля

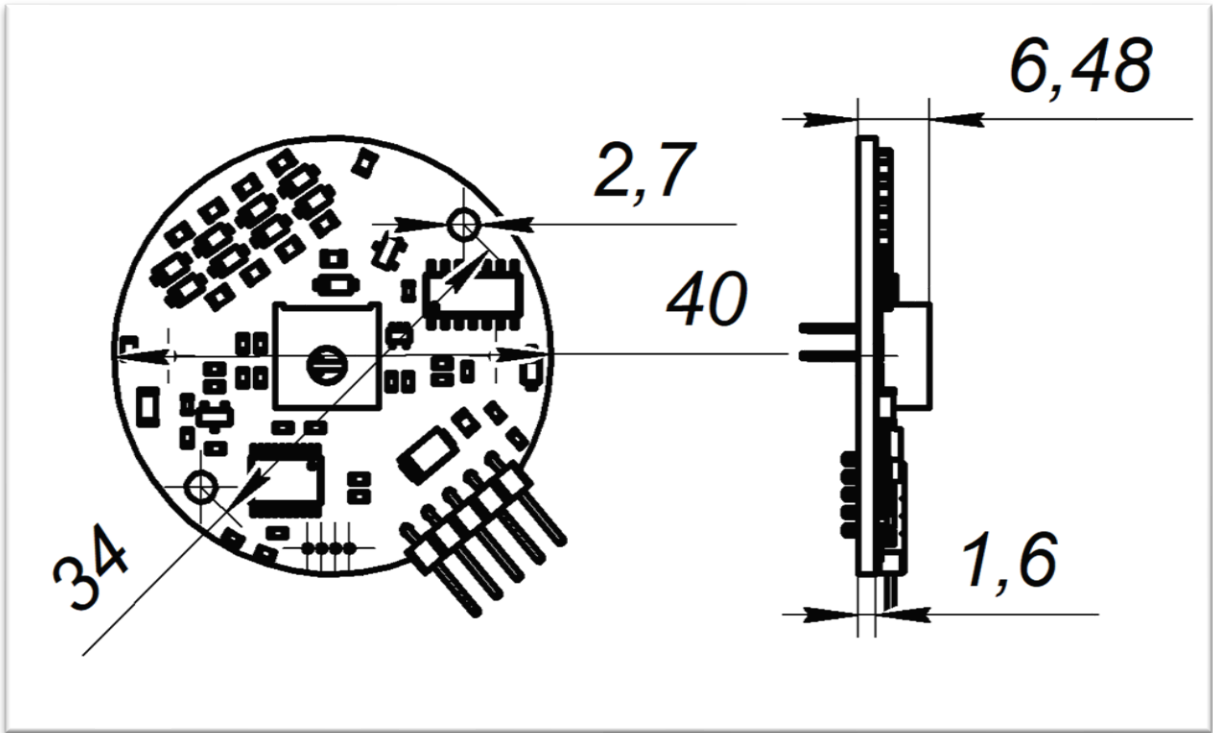


Рисунок 4 (чертеж модуля)

10 Дополнительные ресурсы

Контактная информация и сведения по работе с модулем представлены в таблице ниже.

| Описание | Ссылка |
|---------------------------------|---|
| Сайт производителя | http://climateguard.ru/ |
| Библиотека для работы с модулем | https://github.com/climateguard/CG-hv-gen |

Таблица 5 (полезные ресурсы)