

# ЛАЗЕРНЫЙ ДАТЧИК НАЛИЧИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ В ВОЗДУХЕ

ИВАН ЗАВАЛИН

elmeh@ptelectronics.ru

В статье рассматривается первый лазерный датчик частиц серии НРМ компании Honeywell. Приводится сравнение лазерной и светодиодной технологий обнаружения частиц в воздухе.

## ДАТЧИК ЧАСТИЦ

Компания Honeywell разработала новый датчик для обнаружения взвешенных в воздухе частиц (рис. 1).

Датчик серии НРМ представляет собой устройство, выполненное на основе лазера, в котором для обеспечения надежного и точного обнаружения загрязняющих частиц в воздухе окружающей среды используется метод рассеяния света. Как правило, загрязняющие частицы образуются в результате сжигания различных видов органического топлива и ряда технологических процессов, связанных с функционированием промышленных предприятий.



РИС. 1. ◀ Датчик обнаружения взвешенных частиц серии НРМ

Такие частицы могут в течение длительного времени находиться в воздухе окружающей среды, достигая концентрации до 1000 мкг/м<sup>3</sup>. Датчик анализирует воздух окружающей среды и представляет результат

в виде оценки концентрации частиц в воздухе в режиме реального времени.

Датчики НРМ могут обнаруживать взвешенные в пробе воздуха частицы загрязнителей с размерами от РМ2.5 и РМ10<sup>1</sup>. Примеры загрязнителей, переносимых по воздуху, представлены на рис. 2, 3. Это пыль, грязь, сажа, дым, капли жидкости и др.

## ПРИНЦИП РАБОТЫ ДАТЧИКОВ НРМ

Принцип работы датчика НРМ показан на рис. 4. Воздух из окружающей среды засасывается вентилятором и поступает в датчик через вход для приема пробы воздуха (1). Проба воздуха проходит через луч лазера, который проецируется объективом на фотодиод (2). Фотодиод передает информацию в фотоэлектрический преобразователь (3), где определяются размеры и частота следования взвешенных в пробе воздуха частиц. Эти данные поступают в блок с микроконтроллером (4), где по запрограммированному

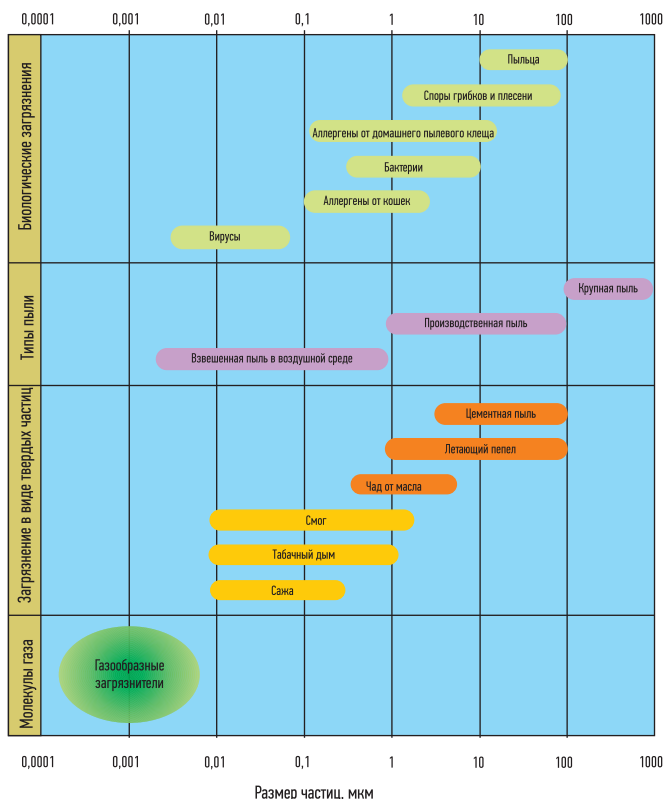
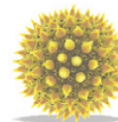


РИС. 2. ◀ Виды взвешенных частиц, загрязняющих воздух

РИС. 3. ▶ Категории взвешенных в воздухе частиц по размерам: а) РМ10; б) РМ2.5

Пыль, плесень, пыльца  
(диаметр 10 мкм)

а



б

Дым, смог, бактерии  
(диаметр 2,5 мкм)



<sup>1</sup> РМ (particulate matter) — широко распространенный показатель загрязнения атмосферного воздуха, включающий смесь твердых и жидких частиц, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии; категория РМ10 — частицы диаметром не более 10 мкм, РМ2.5 — частицы диаметром не более 2,5 мкм.

алгоритму обрабатываются и выводятся в виде цифрового значения в мкг/м<sup>3</sup>.

### ЛАЗЕР ИЛИ СВЕТОДИОД

Некоторые датчики, использующие светодиодную технологию, значительно уступают по точности датчикам, выполненным на базе лазеров. Причина заключается в том, что большинство светодиодных излучателей имеет широкую диаграмму направленности и свет захватывает более широкую зону внутри камеры устройства. Большое рассеяние света отрицательно влияет на способность датчика обнаруживать взвешенные в потоке воздуха частицы. Лазер, напротив, генерирует тонкий луч света с высокой интенсивностью, что позволяет датчикам серии НРМ более точно определять частицы и передавать данные на устройство управления в реальном времени. Сравнительные характеристики датчика НРМ и конкурентных решений на основе светодиодной технологии приведены в таблице.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переход от светодиодных датчиков частиц к лазерным обеспечивает следующие преимущества:

- возможность более точного и экономичного мониторинга и контроля загрязнения окружающей среды;

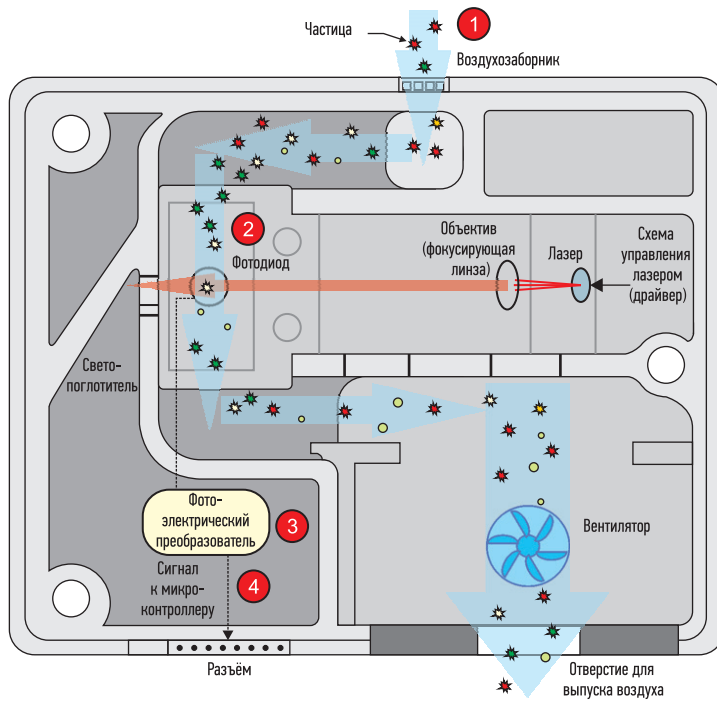


Рис. 4. ◀  
Схема работы датчика частиц

- длительный срок эксплуатации — 20 тыс. часов непрерывной работы, что соответствует семи годам при восьмичасовом рабочем дне;
- проверенную и подтвержденную устойчивость к воздействию внешних электромагнитных помех вследствие соблюдения требований стандарта электромагнитной совместимости IEC 61000, что гарантирует стабильность функционирования и низкую погрешность измерения;
- повышенную надежность, позволяющую использовать эти датчики в самых жестких условиях окружающей среды. ●

ТАБЛИЦА. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКОВ ЧАСТИЦ

Параметр	Лазерный датчик	Светодиодный датчик
Размеры обнаруживаемых частиц	Категория PM2.5, PM10	Не менее 1 мкм
Измеряемая концентрация частиц, мкг/м <sup>3</sup>	0–1000	0–800
Погрешность, мкг/м <sup>3</sup>	Не более ±15	От ±20 до ±60
Калибровка	На заводе-изготовителе	Не применяется
Время отклика, с	Не более 6	Не более 30
Напряжение питания, В	5 ± 0,2	5 ± 0,5 (при пульсации <30 мВ)
Ток потребления в дежурном режиме, мА	Не более 20	Не нормируется
Ток потребления в рабочем состоянии, мА	Не более 80	90
Допустимая влажность, %	0–95	Не более 95 (без конденсации)
Результаты измерения	PM2.5, концентрация в мкг/м <sup>3</sup>	Аналоговое напряжение
Протокол выхода	UART или I <sup>2</sup> C	UART или ШИМ
Срок службы	20 тыс. часов непрерывно или 60 тыс. часов в периодическом режиме	До 7 лет
Габаритные размеры, мм	43×36×23,7	59×45×22