

УДК 681.51

**ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ
МОНООКСИДА УГЛЕРОДА, ОКСИДА АЗОТА, АММИАКА В ВОЗДУХЕ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ**

Дьяков Игорь Алексеевич

кандидат технических наук, доцент

nanogalvanotech@mail.ru

Третьяков Александр Александрович

кандидат технических наук, доцент

ipu@ahp.tstu.ru

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, Россия

Аннотация. Управление микроклиматом производственных и складских помещений агрохозяйств обеспечивает оптимальное качество производственной среды. Цифровые системы осуществляют не только оперативный контроль и управление параметрами среды, но и предоставляют дистанционные сервисы обслуживающему персоналу.

Ключевые слова: агропромышленность, определение концентрации газов, автоматизированные системы.

Качество воздуха в производственных помещениях обеспечивается согласно действующим нормативно-техническим документам, таким как, например ГОСТ 30494-2011, ГОСТ 12.1.005-88 и др. Предельно допустимое содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется также согласно ГОСТ и СанПиН. Для контроля каждого вещества предусмотрены соответствующие нормативные документы. Например, определение массовой концентрации монооксида углерода следует выполнять в соответствии с ГОСТ Р 52716-2007, массовой концентрации диоксида азота в соответствии с ГОСТ Р 52717-2007, а массовой концентрации аммиака в соответствии с ГОСТ 17.2.4.03-81. Определение массовой концентрации осуществляется с использованием индикаторных трубок, с непосредственным отсчетом показаний и ускоренным отбором проб. В случае аммиака применяется индофенольный метод. Снизить затраты и повысить оперативность выполнения измерений можно применив автоматизированную систему с аналоговыми или цифровыми датчиками. Модуль аналоговых датчиков производства SGX Sensortech (Швейцария) включает три элемента чувствительных к газам CO, NO, NH₃. В соответствии со спецификацией [1] сенсоры позволяют измерять концентрации следующих газов:

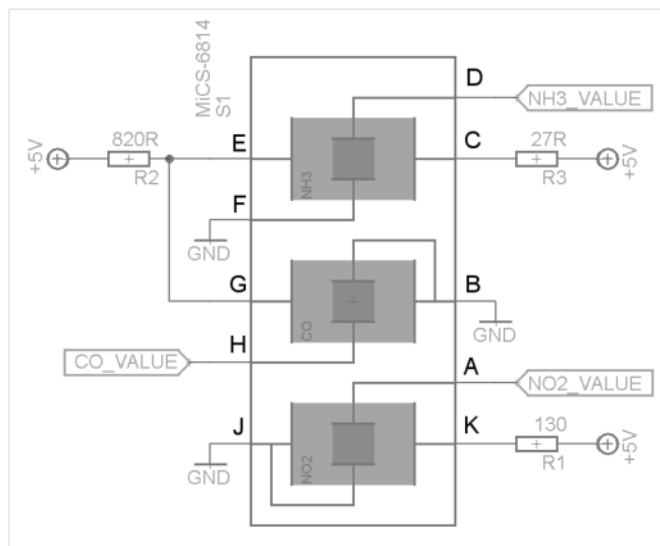
- монооксид углерода CO от 1 до 1000 ppm;
- диоксид азота NO₂ от 0,05 до 10 ppm;
- аммиак NH₃ от 1 до 500 ppm.

Внешний вид и схема сенсора показаны на рисунке 1.

Содержание CO, NO, NH₃, как содержание любых вредных веществ в воздухе рабочей зоны, не должно превышать предельно допустимых концентраций - ПДК.



а) внешний вид сенсора, размеры 7×5×1,5 мм



б) принципиальная схема сенсора

Рисунок 1 – Сенсорный элемент MiCS-6814

При этом следует учитывать площадь помещения. Если площадь не превышает 100 м², то используют четыре участка для измерения. Для площади свыше 100 м², но менее 400 м², используют восемь участков для измерения. Для площади свыше 400 м² количество участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м.

Таким образом, одно из основных требований к автоматизированной системе, это удаленное размещение датчиков и обеспечение надежной передачи данных к устройству сбора и обработки данных. Комбинация аналоговых датчиков и цифровых модулей обработки и передачи измерительной информации в полной мере соответствует предъявляемым требованиям. В качестве цифрового модуля обработки нескольких аналоговых сигналов и формирования единого цифрового информационного пакета предлагается использовать микроконтроллеры серии 1986VE9х производства АО «ПКК Миландр». Структура автоматизированной системы контроля показана на рисунке 2.

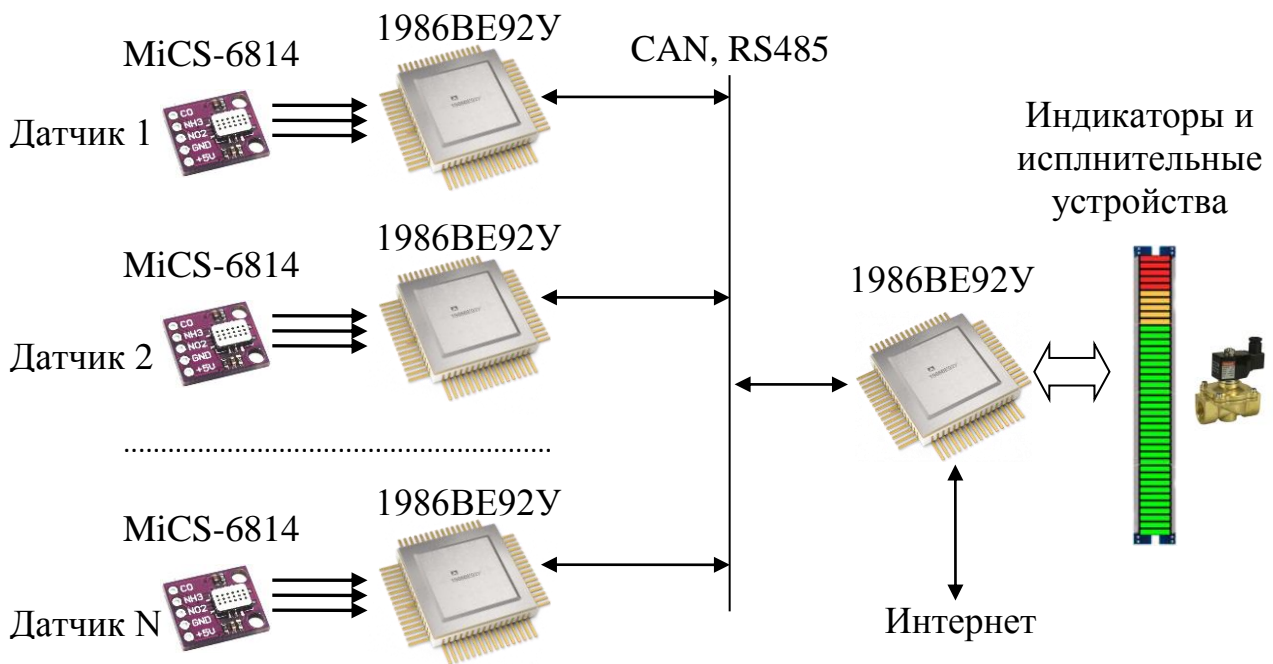


Рисунок 2 – Структура автоматизированной системы

Аналоговые сигналы с чувствительных элементов MiCS-6814 поступают на вход АЦП микроконтроллера 1986BE92У, преобразовываются в цифровой формат и передаются по сети CAN или RS485 на устройство сбора данных. Количество датчиков определяется площадью помещения. Устройство сбора данных выполнено на микроконтроллере 1986BE92У и реализует две основные функции: контроль микроклимата в помещении и передачу пакета данных через сеть интернет на вышестоящий уровень системы [2, 3]. Функция контроля может быть расширена до управления введением исполнительных устройств.

Математическое обеспечение автоматизированных систем контроля и управления структурно состоит из математических моделей объектов, математического описания цифровой обработки сигналов, математического описания методов вычислительной математики. В цифровых системах математическое обеспечение реализуется в виде алгоритмов и прикладного программного обеспечения.

Производитель датчиков MiCS-6814 SGX Sensortech (Швейцария) приводит в спецификации диаграммы изменения концентрации газов в зависимости от отношения сопротивлений сенсоров R_S/R_0 . Диаграммы непригодны к применению в автоматизированных системах и требуют

математической обработки. Особо стоит отметить применение разработчиками логарифмических шкал осей диаграмм.

Регрессионный анализ диаграмм позволил получить эмпирические нелинейные характеристики сенсоров.

Эмпирические зависимости для программной реализации в автоматизированной системе имеют следующий вид:

$$\sigma_{CO}^{ppm} = 4,4202 \frac{R_S^{-1,167}}{R_0} ;$$
$$\sigma_{CO}^{ppm} = -0,0002 \left(\frac{R_S}{R_0}\right)^5 + 0,0067 \left(\frac{R_S}{R_0}\right)^4 - 0,0707 \left(\frac{R_S}{R_0}\right)^3 + 0,2809 \left(\frac{R_S}{R_0}\right)^2 - 0,2009 \frac{R_S}{R_0} + 0,0712;$$
$$\sigma_{NH_3}^{ppm} = 0,6848 \frac{R_S^{-1,742}}{R_0} .$$

Массовая доля газа для работы в соответствии с ГОСТ может быть получена из соотношения:

$$W_{\text{газ}} = \sigma_{\text{газ}}^{ppm} \cdot \left(\frac{M_{\text{газ}}}{24,05526}\right) \left[\frac{\text{мг}}{\text{м}^3}\right]$$

где М - молекулярный вес;

$M_{CO} = 28,01$ оксид углерода, ПДК 20 мг/м^3 ;

$M_{NH_3} = 17,03$ аммиак, ПДК 20 мг/м^3 ;

$M_{NO_2} = 46,01$ диоксид азота, ПДК 2 мг/м^3 .

Список литературы:

1. Datasheet-MiCS-6814-rev-8. Switzerland. - SGX Sensortech. - 5 p. URL: https://sgx.cdistore.com/datasheets/sgx/1143_datasheet%20mics-6814%20rev%208.pdf

2. Громов, Ю. Ю. Микроконтроллеры с ядром Cortex-M3 в системах управления и автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. Ю. Громов, И. А. Дьяков, А. В. Романенко. — Электрон. текстовые данные. —

Саратов : Вузовское образование, 2019. — 84 с. — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/85789.html>

3. Дьяков, И. А. Технология интеллектуального управления компонентами инженерных систем. Протокол X10 [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. А. Дьяков, А. А. Терехова, А. И. Дьяков. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. – 978-5-8265-2102-1

UDC 681.51

DIGITAL CONTROL SYSTEMS OF THE CONCENTRATION OF CARBON MONOXIDE, NITROGEN OXIDE, AMMONIA IN THE AIR OF THE WORKING AREA

Dyakov Igor Alekseevich

Candidate of Philology Sciences, Associate Professor

nanogalvanotech@mail.ru

Tretyakov Aleksander Aleksandrovich

Candidate of Philology Sciences, Associate Professor

ipu@ahp.tstu.ru

Tambov State Technical University

Tambov, Russia

Annotation. Microclimate control of production and storage facilities of agricultural enterprises ensures the optimal quality of the production environment. Digital systems carry out not only operational control and management of environmental parameters, but also provide remote services to maintenance personnel.

Key words: agro-industry, determination of gas concentration, automated systems.