

УДК 621.6

Разработка системы мониторинга и контроля для газораспределительной станции

Мартынов Никита Андреевич

nikita-martynov1002@mail.ru

Финошин Александр Викторович

finoshin@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Описаны постановка задачи и этапы проектирования системы мониторинга и контроля для газораспределительной станции (ГРС). Основными задачами являются объединение датчиков в общую систему сбора данных с этих датчиков, разработка алгоритмов контроля, обработка и передача данных, выбор компонентов, обеспечение доступа к данным и их отображение. Система позволяет автоматизировать реагирование на аварийные ситуации, а также предоставляет оператору возможность вручную отключать системы безопасности при необходимости. Также рассмотрены результаты тестирования системы, которые показывают ее стабильность и соответствие проектным ожиданиям.

Ключевые слова: газораспределительная станция (ГРС), система мониторинга и контроля, автоматизация процессов, реагирование на угрозы, повышение эффективности

ГРС (газораспределительная станция) — это комплекс установок для распределения газа по веткам магистральных газопроводов и изменения его давления. ГРС обеспечивает подогрев, редуцирование, изменение расхода природного газа, а также его очистку от жидких и твердых примесей.

Корректная работа ГРС определяется и контролируется на основе различных датчиков. Рассмотрим конкретные, наиболее важные: термохимический датчик, манометр, приемно-контрольный прибор пожарной безопасности и сигнализатор загазованности в помещении. Они функционируют на основе принципа нормально разомкнутых контактов, что означает подачу сигнала при возникновении определенных условий.

Датчики, используемые на газораспределительных станциях (ГРС), обычно работают автономно и редко объединяются в единую систему, за исключением дорогостоящих и сложных проектов, что не всегда оправдано. Автономный режим работы этих приборов значительно затрудняет их мониторинг и контроль.

Проектируемая система должна обеспечивать автоматический сбор данных, в то время как существующие автономно датчики не всегда передают всю необходимую информацию о своем состоянии, что усложняет контроль за работой станции. Предполагается, что интеграция данных с датчиков в систему позволит повысить безопасность работы станции: при отклонении параметров датчиков от нормы в интерфейсе будет отображаться предупреждающее сообщение, и активироваться определенные инструкции.

Цель работы — создание системы, которая объединяет данные с различных датчиков, автоматизирует процессы реагирования и предоставляет удобные инструменты для контроля и анализа, повышая уровень безопасности и стабильности работы газораспределительной станции.

Для проектируемой системы поставлена задача разработки следующих функций:

- интеграция полученных данных. Система должна объединять данные с термохимического датчика, манометра, прибора пожарной безопасности и сигнализатора загазованности;

- автоматизация работы станции заключается в автоматическом реагировании системы мониторинга и контроля на следующие события, представленные в таблице.

Реакция система на различные ситуации

Ситуация	Датчики	Реакция
Превышение порога 1 загазованности в помещении	Датчик загазованности (СТМ-30)	Включение светозвуковой индикации; вывод сообщения о превышении порога в интерфейс
Превышение порога 2 загазованности в помещении	Датчик загазованности (СТМ-30)	Включение вентиляции; включение светозвуковой индикации; вывод сообщения о превышении порога в интерфейс; отключение электрозамков
Сработка 1 датчика пожарной безопасности из 3	Датчик пожарной безопасности (Сигнал-20М)	Включение светозвуковой индикации; вывод сообщения о превышении порога в интерфейс
Сработка 2 датчиков пожарной безопасности из 3	Датчик пожарной безопасности (Сигнал-20М)	Включение светозвуковой индикации; отключение электрозамков; включение подачи углекислого газа; вывод сообщения о превышении порога в интерфейс
Понижение температуры в помещении	Термосигнализатор	Активация отопительного оборудования; вывод сообщения о превышении порога в интерфейс
Выход давления за установленные нормы	Манометр	Включение светозвуковой индикации; вывод сообщения о превышении порога в интерфейс

Взаимодействие оператора со станцией. Включает несколько важных функций, которые обеспечивают более эффективное управление и контроль за оборудованием:

- оператор имеет возможность получать детализированные отчеты о состоянии каждого конкретного прибора за выбранный период времени;

– возможность ручного отключения всех систем безопасности в случае необходимости. Эта функция важна для проведения технического обслуживания и проведения проверок оборудования;

– функционал изменения настроек. Это позволяет оператору адаптировать частоту записи в зависимости от условий работы станции, повышая гибкость системы и обеспечивая наиболее точное соответствие потребностям контроля.

Выполненные действия:

1. Проектирование системы и выбор компонентов.

1.1. Для управления системой выбрана плата Arduino Uno с микроконтроллером ATmega328P [1].

1.2. Выбраны необходимые компоненты для корректного сбора информации с приборов.

1.2.1. Понижение и стабилизация напряжения. Устройства для понижения напряжения играют важнейшую роль в защите платы Arduino Uno от повреждений, так как подключаемые к системе приборы могут выдавать напряжение до 28 В.

1.2.2. Использование реле для работы с цепями. В данном проекте реле принимают на вход управляющее напряжение до 5 В, что позволяет им активировать и размыкать цепи, работающие с напряжением от 5 В и выше. Они необходимы для переключения электрических нагрузок, таких как исполнительные устройства или системы безопасности.

2. Разработка программного обеспечения и алгоритмов.

2.1. Программа для микроконтроллера на языке C++ написана для постоянного опроса входов и обработки сигналов [2].

2.2. Разработана программа для обработки данных с микроконтроллера и занесения их в базу данных с использованием Python [3].

2.3. Написана программа интерфейса на языке программирования Python с использованием библиотеки PyQt. Реализованы основные функции: закрытие окна, вывод отчетов о срабатывании и настройки [4].

3. Проведение первичных тестов отклика системы на срабатывание определенных инструкций.

3.1. Для проведения тестирования подавалось напряжение с экспериментального источника питания АТН-1031. В процессе тестирования напряжение подавалось поочередно на семь входов платы Arduino.

3.2. Микроконтроллер, установленный на плате, обрабатывал поступающие сигналы и передавал их для дальнейшего анализа.

3.3. Полученные данные автоматически сохранялись в таблицу базы данных (см. рисунок).

В данной таблице (рисунок) столбцы `porog_1` и `porog_2` — пороги загазованности прибора СТМ-30; `psm_1`, `psn_2` и `psn_3` — датчики пожарной безопасности прибора Сигнал-20М; `pressure` — манометр; `temperature` — термосигнализатор; `ventilation` — вентиляции; `i_and_s_worry` — светозвуковая индикация; `electric_locks` — электрозамки; `gas` — подача углекислого газа; `heater` — отопительное оборудование.

id		time	porog_1	porog_2	pcn_1	pcn_2	pcn_3	pressure	temperature	ventilation	l_and_s_worry	electric_locks	gas	heater
Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр	Фильтр
8404	8404	2024-07-08 09:08:07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8405	8405	2024-07-08 09:08:09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8406	8406	2024-07-08 09:08:11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8407	8407	2024-07-08 09:08:13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8408	8408	2024-07-08 09:08:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8409	8409	2024-07-08 09:08:17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8410	8410	2024-07-08 09:08:19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8411	8411	2024-07-08 09:08:21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8412	8412	2024-07-08 09:08:23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8413	8413	2024-07-08 09:08:25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8414	8414	2024-07-08 09:08:27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8415	8415	2024-07-08 09:08:29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8416	8416	2024-07-08 09:08:31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8417	8417	2024-07-08 09:08:33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8418	8418	2024-07-08 09:08:36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8419	8419	2024-07-08 09:08:38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8420	8420	2024-07-08 09:08:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8421	8421	2024-07-08 09:08:42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8422	8422	2024-07-08 09:08:44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8423	8423	2024-07-08 09:08:46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8424	8424	2024-07-08 09:08:48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8425	8425	2024-07-08 09:08:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8426	8426	2024-07-08 09:08:52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8427	8427	2024-07-08 09:09:22	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
8428	8428	2024-07-08 09:09:52	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
8429	8429	2024-07-08 09:10:22	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
8430	8430	2024-07-08 09:10:52	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
8431	8431	2024-07-08 09:11:22	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
8432	8432	2024-07-08 09:11:52	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
8433	8433	2024-07-08 09:12:22	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1

Таблица базы данных

Как видно из строк 8427–8433 на рисунке, при поступлении сигнала на один из заранее определенных портов системы начинает подаваться питание на определенные выходы платы, отвечающие за инструкции, представленные в таблице.

Во время выполнения тестирования обеспечивалась стабильная и корректная запись всех параметров, что важно для последующего анализа работы системы и выявления возможных сбоев или отклонений в работе. Каждый входной сигнал инициировал запуск конкретной инструкции, что подтверждает наличие четкой взаимосвязи между поступающими сигналами и реакцией системы. Разработанная логика позволяет системе безошибочно выполнять заложенные алгоритмы и корректно реагировать на входные данные.

В рамках дальнейшей разработки системы предстоит выполнить еще множество задач:

- добавление в интерфейс модуля логирования пользователей. Это позволит отслеживать действия операторов и контролировать время их сеансов в системе, которое будет настраиваться главным администратором;

- резервирование данных для обеспечения их сохранности и защиты от потерь. Для этого необходимо подобрать оборудование и определить оптимальный метод хранения данных, чтобы система оставалась надежной и устойчивой к сбоям;

– проведение тестов, направленные на проверку стабильности системы. Это позволит убедиться в ее надежности и готовности к использованию в реальной среде;

– доработка интерфейса. Оптимизация интерфейса и добавление новых возможностей обеспечат более удобное и эффективное взаимодействие оператора с системой.

Заключение. Разрабатываемая система мониторинга и контроля для газораспределительной станции направлена на повышение безопасности и эффективности ее работы. На текущем этапе выполнены ключевые задачи: выбраны компоненты, разработано основное программное обеспечение и проведены первичные тесты. Первичные результаты показывают корректную обработку сигналов и запись данных, что подтверждает соответствие проектным требованиям. Для обеспечения надежной работы в реальных условиях планируются дополнительные тесты и оптимизация. Это повысит оперативность реагирования и адаптирует систему к различным условиям эксплуатации, снижая риски и повышая стабильность работы станции.

Литература

- [1] Blum J. Exploring Arduino Tools And Techniques For Engineering Wizardry. Wiley, 2013.
- [2] Носов Т. *Программирование на СИ для PIC*. URL: https://pic-project.ucoz.ru/_ld/0/16_C_for_PIC.pdf (дата обращения 22.02.2025).
- [3] Маккинни У. Python for Data Analysis. O'Reilly, 2012.
- [4] Рэмси М. *Создание интерфейсов на Python: библиотеки Tkinter и PyQt*. Москва, ДМК Пресс, 2019.

Development of a monitoring and control system for a gas distribution station

Martynov N.A.

nikita-martynov1002@mail.ru

Finoshin A.V.

finoshin@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article describes the formulation of the task and the stages of designing a monitoring and control system for a gas distribution station (GDS). The main tasks are to combine sensors into a common system for collecting data from these sensors, developing control algorithms, processing and transmitting data, selecting components, providing access to data and displaying them. The system allows you to automate emergency response, and also provides the operator with the ability to manually turn off the safety system if necessary. The article also discusses the results of testing the system, which show its stability and compliance with design expectations.

Keywords: gas distribution station (GDS), monitoring and control system, process automation, threat response, efficiency improvement