

УДК 621.3.07, 551.583

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ЖИДКИХ СРЕД

Мартинкевич М.С., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Шпак И.И. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. В статье приведены результаты проектирования системы контроля состояния и управления параметрами жидких сред для отопления, горячего водоснабжения и иные жидких сред. Возможен контроль температуры, давления и уровня жидкости, удаленный контроль через интерфейс RS-232. Выполнено схмотехническое проектирование, разработаны алгоритм и программное обеспечение, а также спроектирована конструкция печатного узла, с применением САПР.

Ключевые слова. автоматизированная система, микроконтроллер, контроль температуры, контроль уровня, схмотехническое проектирование, разработка алгоритма и программного обеспечения, конструкторское проектирование.

Введение. В связи с быстрыми темпами развития и расширения теплоэнергетического оборудования, перед специалистами возникают большие перспективы и возможности по разработке и внедрению данного оборудования.

В энергетике широко используются жидкие теплоносители, у которых есть множество параметров, которые необходимо контролировать и иметь возможность регулирования. К основным параметрам можно отнести температуру, давление и уровень теплоносителя. Для возможности контроля данных параметров и управления ими в автоматическом и/или ручном режиме и разрабатывается данная система.

Актуальность разработки заключается в том, что существует необходимость контроля параметров и потребности их регулирования у различных жидких сред, особенно в областях промышленности, медицины и экологии. Разрабатываемая система может контролировать температуру, давление и уровень жидкостей. Использование подобных возможностей позволяет наблюдать за поведением различных жидких сред и регулировать их состояние. Это существенно повышает надежность, долговечность и точность работы систем, в которых используется разрабатываемая система.

Разработка структуры системы контроля состояния и управления параметрами жидких сред. Система контроля состояния и управления параметрами жидких сред представляет комплекс аппаратных и программных средств, обеспечивающих полный контроль за температурным режимом, уровнем и давлением жидкостей в различных ёмкостях или трубах. Разработан микроконтроллерный блок управления системой, который обеспечивает:

1 Автоматическую работу изделия с поддержанием требуемых параметров в заданных пределах.

2 Контроль температуры жидкости.

3 Контроль уровня жидкости.

4 Контроль давления жидкости.

5 Визуальную индикацию на дисплее текущего состояния системы, отображение сообщений, возможность удаленного контроля с ПК.

Технические характеристики разработанной автоматизированной системы управления покрасочной камерой приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики автоматизированной системы управления

Параметр	Значение
Контролируемый диапазон температур жидкостей	-30...+150 °C±5°C
Контролируемый диапазон давления жидкостей	0...600 Па ± 5 Па
Аналоговые входы	4...20 мА, (1х0-10В)
Индикация	LED дисплей
Интерфейс	RS-232
Питание	внешнее 12В ±15%,

Микроконтроллерный блок сохраняет свои параметры в пределах норм, установленных техническим заданием, стандартами или техническими условиями, после и в процессе воздействия климатических факторов, значения которых установлены ГОСТ 15150-69. Устройство устойчиво к воздействию относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °C, и до 95 % влажности воздуха при температуре 35 °C.

Разработанная система рассчитана для эксплуатации в помещениях с искусственно регулируемые климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других помещениях (с отсутствием воздействия атмосферных осадков, прямого солнечного излучения, ветра, песка, пыли, наружного воздуха, отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги), а конкретнее - в лабораториях, капитальных жилых и других подобного типа помещениях. Следовательно, проектируемая система относится к категории исполнения 4.2. Микроконтроллерный блок управления должен соответствовать климатическому исполнению УХЛ 4.2.

Требования к конструкции микроконтроллерного блока управления системы контроля состояния и управления параметрами жидких сред вытекают из его функционального назначения и условий его эксплуатации. Конструкция блока должна обеспечивать ремонтпригодность, удобство в эксплуатации, иметь, по возможности, малые габариты и вес, и высокую надежность в работе. Эстетические требования должны соответствовать ГОСТ 23852 – 79. Конструкция прибора должна отвечать требованиям к технологичности по ГОСТ18831 – 73 и ГОСТ 14205 – 83.

Для получения информации о температуре жидкости, используются температурные датчики [1,3]. Для жидких сред используют преимущественно термометры сопротивления. Принцип действия этих датчиков основан на изменении сопротивления проводника в зависимости от температуры. Второй тип датчиков – термопары, эти датчики, состоящие из двух проводников различных материалов, соединённых в точке измерения. Измеряемая разница в температуре между двумя концами проводников создает разность электрического потенциала, которая преобразуется в значение температуры в точке измерения.

Для получения информации об уровне жидкости в резервуаре используются датчики уровня [2,3]. Основными датчиками являются: погружные датчики, ультразвуковые, буйковые. Погружные датчики устанавливаются внутри емкости с жидкостью и позволяют измерять уровень жидкости непосредственно. Ультразвуковые работают на основе принципа отражения ультразвуковых волн от поверхности жидкости. Буйковые основаны на принципе закона Архимеда.

Для ручного управления и взаимодействия с устройством управления используются приборные кнопки. Для мобильных устройств используются миниатюрные, тактовые или переключатели. Принцип работы практически одинаков, основными характеристиками являются габариты.

Все входные сигналы подаются и обрабатываются в блоке управления. Данный узел можно реализовать не только на основе микроконтроллера, но и микропроцессора или программируемых логических схем. Чаще всего используют микроконтроллеры архитектуры гарвардской или arm архитектуры [4]. Например: *Atmega, STM, MicroChip*.

Для управления исполнительными устройствами используются транзисторы или силовые реле. Силовые транзисторы используются в системах автоматизации и управления промышленными процессами, таких как робототехника, станки с ЧПУ и автоматизированные производственные линии. Они имеют большую скорость и частоту срабатывания.

Реле используются в промышленных системах для управления и контроля процессов, механизмов и машин. Управляются малым напряжением с возможностью управлять большей нагрузкой.

Для оповещения пользователя о статусе выполнения программы, шаге, ошибках и предупреждениях используется звуковая и световая индикация, а также дисплеи. В качестве световой индикации используются светодиоды и галогеновые лампы с определенными фильтрами. В качестве звуковой индикации используется динамик или высокочастотный зуммер. Для более точного описания информации используется дисплей. Он может выводить информацию в виде текста, иконок, изображений или другой графики. Дисплеи могут быть монохромными или цветными, различных размеров, подключаться могут напрямую или через драйверы.

Для реализации всех перечисленных функций разработана схема электрическая структурная системы в виде, приведённом на рисунке 1.

Для питания системы необходим внешний блок питания. Зачастую схема питания расположена на той же плате, что и вся основная часть блока питания системы. В промышленной электронике используют схемы блоков питания трансформаторные, импульсные; а также с гальванической или без гальванической развязки.

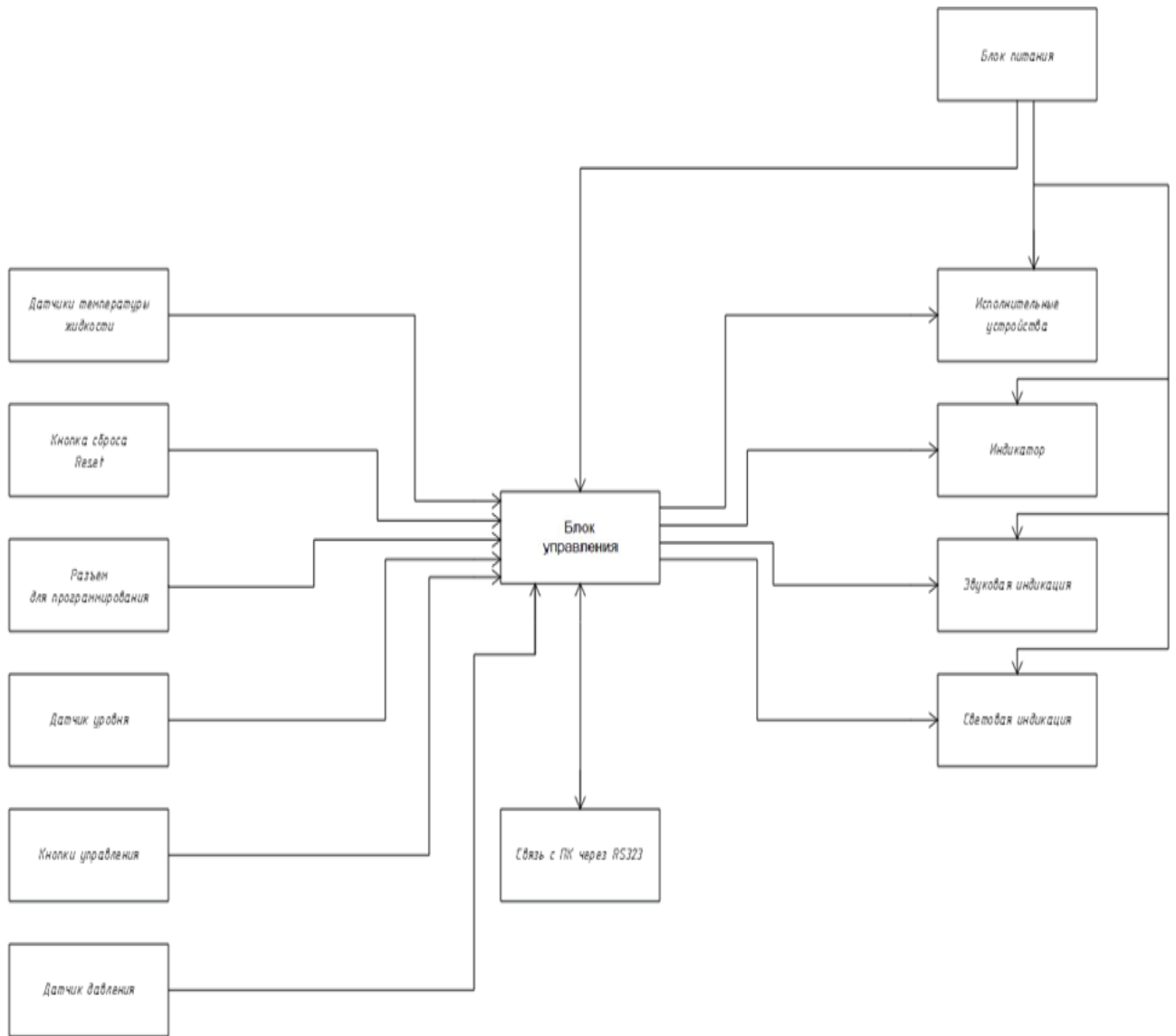


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная системы контроля состояния и управления параметрами жидких сред

Схемотехническое и конструкторское проектирование, а также программное обеспечение системы. Для создания блока управления в проекте необходимо выбрать микроконтроллер со встроенным многоканальным АЦП. Многоканальность означает, что на входе единственного модуля АЦП установлен аналоговый мультиплексор, который может подключать этот вход к различным выводам микроконтроллера для осуществления измерений нескольких независимых аналоговых величин с разнесением по времени. Входы мультиплексора могут работать по отдельности (в несимметричном режиме для измерения напряжения относительно "земли") или (в некоторых моделях) объединяться в пары для измерения дифференциальных сигналов. Иногда АЦП дополнительно снабжается усилителем напряжения с фиксированными значениями коэффициента усиления 10 и 200. Разрешающая способность АЦП в микроконтроллерах AVR – 10 двоичных разрядов, чего для большинства типовых применений достаточно. Для задач, решаемых блоком управления в данном проекте, рассматривались возможности двух моделей AVR-микроконтроллеров: *ATmega328P* и *ATmega324PA*.

ATmega328P используется для встраиваемых, недорогих приложений реального времени. Микроконтроллер имеет высокое соотношение производительность/потребление, максимальную тактовую частоту 20 МГц, весь необходимый набор аппаратных модулей. Имеется выбор программных средств разработки для данных микроконтроллеров и примеров применения.

ATmega324PA – это 8-разрядный AVR-микроконтроллер с внутрисистемно-программируемой *Flash* памятью размером 32 КБайт.

Так как основными характеристиками, которыми должен обладать микроконтроллер для применения в разрабатываемом блоке управления являются следующие:

- 32Кб *Flash* память программ;

- 2 Кб SRAM памяти;
- 1 Кб EEPROM;
- питание 1,8...5,5 В;
- 6 x 10-бит АЦП;
- I2C – 1 шина;
- UART – 1 шины;
- SPI – 1 шина;
- таймер 8 бит – 2;
- таймер 16 бит – 1;
- таймер ШИМ – 6 каналов,

то окончательный выбор остановлен конкретно на первом из двух указанных AVR-микроконтроллеров: ATmega328P [5].

Заключение. Отличительная особенность и преимущество предлагаемой разработки заключается в том, что она представляет собой специализированное компактное программируемое устройство, которое выполняет полный контроль и управление параметрами жидких сред в автоматическом и/или ручном режиме. Для решения подобных задач в настоящее время для управления данным процессом необходимо применять несколько различных приборов или более дорогостоящие решения на базе программируемых логических контроллеров.

Новая система может осуществлять управление клапанами, приводами, насосами для выбранного режима работы и сохранения параметров в заданных пределах. Дисплей блока управления обеспечивает наглядную индикацию текущего состояния системы, отображение сообщений. Предусмотрена возможность удаленного контроля через интерфейс RS-232.

Конструкция блока управления была реализована в виде небольшого блока на основе выбранной современной элементной базы, и проведённого электрического расчёта всех функциональных узлов. Поэтапно были разработаны алгоритм работы блока управления и программное обеспечение [6] для микроконтроллеров.

Топология печатной платы и печатного узла на её основе были спроектированы с использованием системы автоматизированного проектирования Altium Designer.

Список использованных источников:

1. Датчики температуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kip.su/info/articles/temperatura/datchiki-temperatury-tipy-i-vidy-datchikov-temperatury/>. Дата доступа: 02.12.2023.
2. Датчики уровня жидкости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.owenkomplekt.ru/datchiki-urovnia-vodi.html>. Дата доступа: 02.12.2023.
3. Свинцов Е.Л. Современные Датчики. Справочник.: справ. пособие / Е.Л. Свинцов, Заболотной Ю.А. Москва.: Техносфера, 2005. – 468с
4. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Мегга: руководство пользователя / А. В. Евстифеев // - Москва: ДМК Пресс, ДОДЭКА, 2015. - 587 с.
5. ATmega 328/328P [Электронный ресурс]: Datasheet/Atmel.– режим доступа: 1425004.pdf
6. Языки программирования микроконтроллеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcscpu.ru/index.php/soft/42-Imcu/67-programmlang>. Дата доступа: 02.12.2023.

UDC 621.3.07, 551.583

SYSTEM OF CONDITION MONITORING AND CONTROL OF LIQUID MEDIA PARAMETERS

Martinkevich M.S.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Shpak I.I. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. The paper presents the results obtained in the process of creating a system for monitoring the state and controlling the parameters of liquid media. The developed system controls three independent control loops. Each control loop can be configured for different types of regulation: heating, hot water supply and other liquid media. Temperature, pressure and liquid level are monitored. The possibility of remote control via RS-232 interface is provided. The author of the article carried out circuit design of the system, developed the algorithm and software for its functioning, as well as the design of the printed assembly, with the use of CAD.

Keywords. automated system, microcontroller, temperature control, level control, circuit design, algorithm and software development, design engineering.