

УДК 62-523.2

**РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМЫ ЗАЩИТНОЙ АВТОМАТИКИ
КОНДИЦИОНЕРА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МОБИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ**

Косяков Игорь Олегович, докторант PhD Казахского Университета Путей Сообщения, Республика Казахстан, г. Алматы, микрорайон Жетысу-1, 32А, e-mail: heimmdal@mail.ru

Майлыбаев Ерсайын Курманбайулы, докторант PhD Казахского Университета Путей Сообщения, Республика Казахстан, г. Алматы, микрорайон Жетысу-1, 32А, e-mail: ersind@mail.ru

Батырканов Жениш Исакунович, д.т.н., профессор Кыргызского Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, Кыргызстан, г. Бишкек, ул. Мира, 66, e-mail: bjenish@mail.ru

Кайнарбеков Асемхан Кайнарбекович, д.т.н., профессор Казахского Университета Путей Сообщения, Республика Казахстан, г. Алматы, микрорайон Жетысу-1, 32А, e-mail: kainarbekov@mail.ru

Аннотация. В статье приведена разработка и программирование логического контроллера для управления схемой защитной автоматики кондиционера для применения в мобильных комплексах. Обоснованы строгие требования к функционированию кондиционера, а также системы его защитной автоматики. Определены входные параметры управления устройствами и описано их назначение и возможности. Выбрано устройство и среда программирования производства компании «ОВЕН». Приведены характеристики аналоговых и дискретных входов и выходов выбранного устройства, описаны их возможности. Статья может быть полезна специалистам в области проектирования автоматизированных систем кондиционирования.

Ключевые слова: мобильные комплексы, кондиционирование, система защитной автоматики, программируемые логические контроллеры, алгоритмы работы автоматики.

**DEVELOPMENT AND DESIGN OF SCHEME PROTECTIVE AUTOMATION OF
AIR CONDITIONER FOR USE IN MOBILE COMPLEXES**

Kossyakov Igor Olegovich, PhD student Kazakh University Ways of Communications, Republic of Kazakhstan, Almaty, microdistrict Zhetysu-1, 32A, e-mail: heimmdal@mail.ru

Mailybayev Yersaiyn Kurmanbayuly, PhD student Kazakh University Ways of Communications, Republic of Kazakhstan, Almaty, microdistrict Zhetysu-1, 32A, e-mail: ersind@mail.ru

Batyrkanov Zhenish Iskakunovich, t.s.d. professor, Kyrgyz State Technical University after I.Razzakov, Bishkek, Republic of Kyrgyzstan, bjenish@mail.ru

Kainarbekov Asemkhan Kainarbekovich, t.s.d. professor, Kazakh University Ways of Communications, Republic of Kazakhstan, Almaty, microdistrict Zhetysu-1, 32A, e-mail: kainarbekov@mail.ru

Abstract. The article presents the development and programming of a logic controller for controlling the circuit of protective automatic equipment of the air conditioner for use in mobile complexes. Substantiated strict requirements for the operation of the air conditioner, as well as the system of its protective automation. The device control input parameters are defined and their purpose and capabilities are described. The device and programming environment of production of the OVEN company are presented. The characteristics of the analog and discrete inputs and outputs of the

selected device are given, their capabilities are described. The article may be useful to specialists in the field of design of automated air conditioning systems.

Keywords: mobile complexes, air conditioning, protective automation system, programmable logic controllers, automation algorithms.

Введение. Данная статья посвящена разработке схемы защитной автоматики для кондиционера мобильного комплекса. Мобильные комплексы представляют собой универсальные решения для выполнения целого спектра задач, таких как разворачивание мобильных штабов управления, центров связи, центров ликвидации чрезвычайных ситуаций, операционных и прочих передвижных пунктов. К системам кондиционирования в таких комплексах применяются повышенные требования, они связаны прежде всего с работой в сложных климатических условиях от -40 до $+50$ °С, а также должны быть рассчитаны на довольно большую мощность охлаждения, так как окрашенные алюминиевые панели, из которых сделан КУНГ имеют свойство передавать довольно большое количество тепла, исходящего от солнечного света, в среднем до 170 Вт/м^2 °С, которое в итоге значительно повышает теплопоступления, в соответствии с формулой [1]:

$$Q_{\Pi} = F_{\Pi} \cdot k \cdot (t_{\text{ср}} - t_{\text{в}})$$

где F_{Π} – площадь теплоотдающей поверхности, м^2 , k – коэффициент теплопередачи; $t_{\text{ср}}$ – средняя температура нагретой поверхности, °С; $t_{\text{в}}$ – температура окружающего воздуха, °С [2]. Также важным фактором для систем кондиционирования мобильных комплексов является схема защитной автоматики, которая должна обеспечивать отказоустойчивую работу и минимальные риски выхода из строя оборудования. Таким образом необходимо защитить следующие элементы кондиционера: компрессор, инвертор и конденсатор.

Контролируемые параметры и выходные сигналы устройств. К контролируемым параметрам кондиционера будут относиться следующие значения:

1. Сигнал с кнопки включения кондиционера, дискретный сигнал, тип кнопки с фиксацией;
2. Сигнал реле контроля напряжения на входе инвертора, дискретный сигнал, тип контакта на реле контроля напряжения нормально открытый. Данный сигнал будет защищать реле от подачи повышенного или пониженного напряжения, вне диапазона работы устройства;
3. Сигнал реле контроля частоты на входе компрессора дискретный сигнал, тип контакта на реле контроля частоты нормально открытый. Сигнал будет предотвращать подачу слишком низкой или высокой частоты от инвертора к компрессору;
4. Сигнал об отсутствии подачи питания на вентиляторы конденсатора, сигнал будет сниматься напрямую с контактов питания вентиляторов, должен предотвращать запуск кондиционера в случае отсутствия питания на вентиляторах;
5. Сигнал ошибки компрессора, будет сигнализировать о неисправности внутри устройства. Как правило этот сигнал включает в себя перегрев и нехватку масла. Физически причина неисправности будет отображаться на индикаторе компрессора;
6. Сигнал ошибки инвертора, будет сигнализировать о неисправности внутри устройства. Этот сигнал включает в себя перегрев катушек и другие неисправности. Физически причина неисправности будет отображаться на индикаторе инвертора;
7. Давление охлаждающей жидкости в системе. Будет поступать с аналогового датчика давления с выходом $4 \dots 20$ мА. Оцениваться будет по верхнему и нижнему пределу допустимого давления ОЖ в системе. Будет предотвращать запуск кондиционера в случае пробоя или засорения конденсатора.

В кондиционере будут два типа управляемых вышеописанными сигналами устройств, силовые реле включения основных блоков, а также дискретные сигналы для отображения неисправностей на дисплее оператора.

Разработка алгоритма работы автоматики и программы управления. Программа управления автоматикой будет создаваться в среде программирования «OWEN Logic», разработанной компанией «ОВЕН». В качестве аппаратной части будет использован программируемое реле «ПР200-24.2.2.0» производства компании «ОВЕН» [3]. Реле включает в себя 8 дискретных входов, 4 аналоговых входов, а также 8 дискретных и 2 аналоговых выходов. Характеристики входов и выходов устройства приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики входов и выходов программируемого реле

Наименование	Значение
Дискретные входы	
Номинальное напряжение питания	24 В (постоянный ток)
Максимально допустимое напряжение питания	30 В (постоянный ток)
Тип датчика для дискретного входа	- механические коммутационные устройства (контакты кнопок, выключателей, герконов, реле и т. п.) - датчики с выходными транзисторными ключами (например, транзистор р-п-р-типа с открытым коллектором на выходе)
Напряжение «логической единицы»	15...30 В
Ток «логической единицы»	0...5 мА
Напряжение «логического нуля»	-3...+5 В
Ток «логического нуля»	0...1 мА
Минимальная длительность импульса, воспринимаемая дискретным входом	5 мс
Аналоговые входы	
Тип измеряемых сигналов, униполярный	0...10 В, 4...20 мА, 0...4 кОм
Дискретные выходы	
Тип выходного устройства	Электромагнитное реле (нормально разомкнутые контакты)
Электрическая прочность изоляции между выходом и другими цепями	2830 В
Коммутируемое напряжение в нагрузке для цепи постоянного тока, не более для цепи переменного тока не более	30 В (резистивная нагрузка) 250 В (резистивная нагрузка)
Допустимый ток нагрузки, не более	5 А при напряжении не более 250 В переменного тока и $\cos(\varphi) > 0,95$; 3 А при напряжении не более 30 В постоянного тока

Разработанная программа управления приведена на рисунке 1. При подаче питания первично запускаются все основные блоки, при этом существует время подачи данного сигнала, так как в дальнейшем устройства должны дать ответ о своих неполадках, либо нормальной работе [4]. Устройством, выполняющим данную функцию будет импульс включения заданной длительности TP2. После подачи питания на все блоки, в случае исправности всех устройств, которые объединены логическими компонентами «И» запустится основная схема работы, а сигнал с TP2 пропадёт. Для инвертора существует цепь задержки подачи питания TON2, для его защиты от скачков питания при его исчезновении и мгновенном восстановлении. Для компрессора также предусмотрена цепь задержки питания TON1, для предотвращения его раннего выхода из строя. Единственным аналоговым входом в схеме является AI1, сигнал на который подаёт датчик давления. В схеме применена операция сравнения чисел с плавающей точкой на более значение для верхнего и нижнего диапазона допустимого давления в системе. Один из выходов подключен через элемент «НЕ» для инверсии выходного сигнала в правильную область значения. Также для сигнала давления включена линия задержки подачи TON3, так как кондиционер должен иметь время перехода в нормальный режим давления. Для данной линии также предусмотрен кратковременный запуск с кнопки включения, который по истечении определённого времени будет заменен сигналом контроля через элемент «ИЛИ». Все выходные сигналы с выходов Q4-Q8 будут выведены на лампы, а также в операторскую панель управления кондиционером, в следствие применения нормально открытых контактов на входных дискретных сигналах, данные выводы подключены через элементы «НЕ» для отсутствия отображения сигналов ошибок при нормальной работе кондиционера.

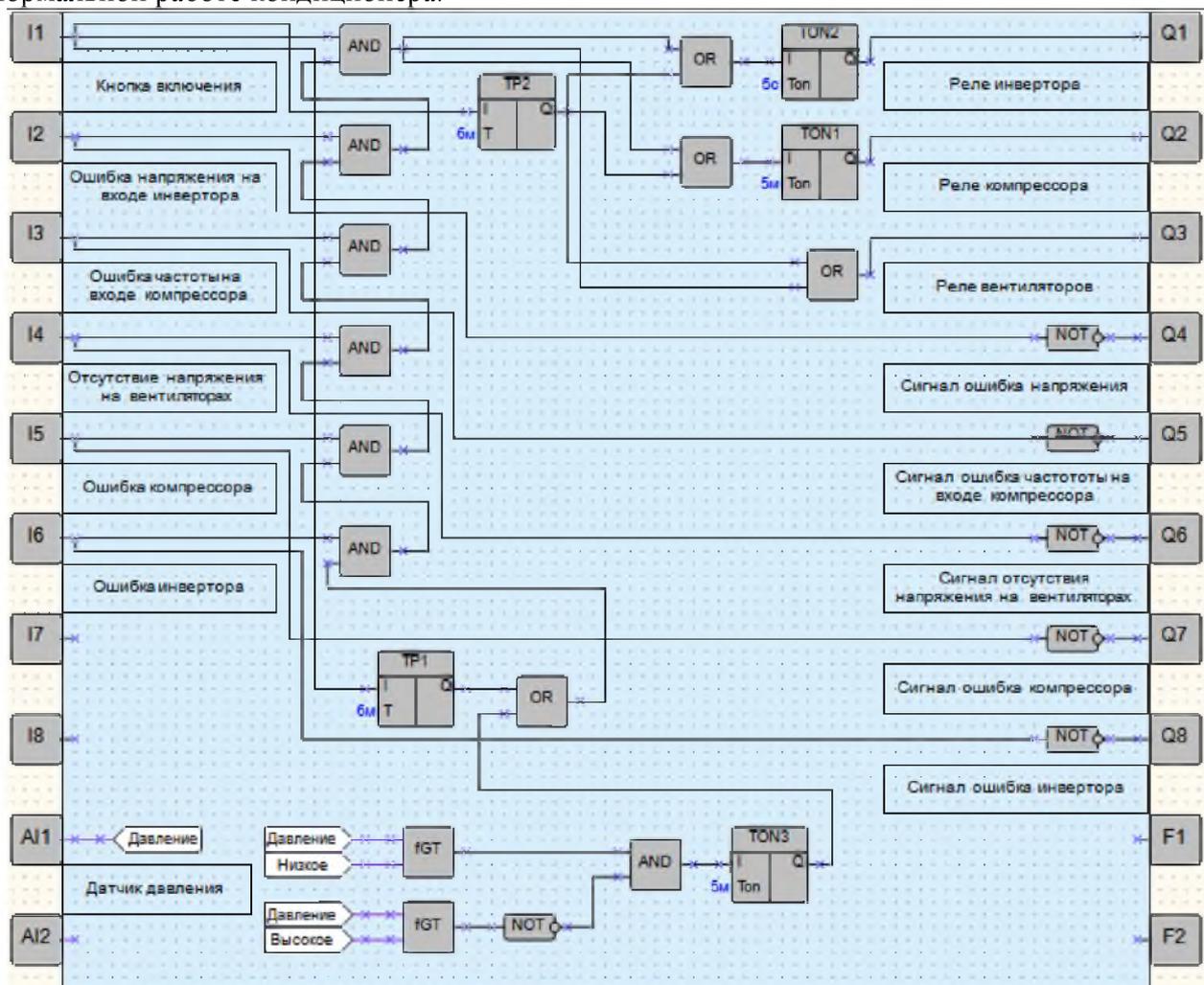


Рис. 1. Программа защитной автоматики кондиционера

Выводы. Разработанный алгоритм и программа для защитной автоматизации системы кондиционирования воздуха в мобильном комплексе является современным решением. Она отвечает всем требованиям к автоматизации технических процессов. Данную программу можно реализовать на всех современных устройствах для автоматизации и программируемых реле, что делает её универсальным решением для защиты компонентов и самого кондиционера от сбоев и преждевременного выхода из строя. После этапа разработки схема загружалась на контроллер и тестировалась с помощью подключения вместо выходных устройств сигнальных ламп, за время испытаний сбоев в работе автоматики не наблюдалось.

Список литературы

1. Кашкаров А. П. Установка, ремонт и обслуживание кондиционеров. М. ДМК ПРЕСС, 2011. – 120 с.
2. Корх Л. Всё о кондиционерах. М., 2004. – 72 с.
3. www.owen.ru
4. Бондарь Е.С., Гордиенко А. С., Михайлов В. А., Нимич Г.В. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха. К. ТОВ «Вавдничий будинок «Аванпост-Прим»., 2005 – 560 с.