

А.В. Пультяков, Н.С. Благинина

Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Российская Федерация

МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯТОРАМИ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СТОЕК ПОЕЗДНЫХ ДИСПЕТЧЕРОВ

Аннотация. В данной статье представлены результаты разработки микропроцессорного устройства для управления и регулирования оборотов вентиляторов вытяжки компьютерных стоек. В компьютерных стойках располагается оборудование для работы поездных диспетчеров, а сами стойки размещены непосредственно в рабочих кабинетах диспетчеров. Применение штатных средств охлаждения оборудования имеет свои сложности, в первую очередь, негативное мешающее воздействие на персонал из-за шума, создаваемого вентиляторами, а установка новых требует финансовых вложений. В статье рассмотрены существующие способы охлаждения и дано обоснование необходимости применения предлагаемого микропроцессорного устройства, которое позволит регулировать обороты вентиляторов в зависимости от температуры воздуха внутри компьютерных стоек.

Ключевые слова: *поездной диспетчер, автоматизированное рабочее место, компьютерная стойка, охлаждение, микропроцессорное устройство, регулятор оборотов*

A.V. Pulyakov, N.S. Blaginina

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

MICROPROCESSOR FAN CONTROL DEVICE FOR COOLING COMPUTER RACKS OF TRAIN DISPATCHERS

Abstract. This article presents the results of the development of a microprocessor device for controlling and regulating the speed of exhaust fans of computer racks. The computer racks contain equipment for the work of train dispatchers, and the racks themselves are located directly in the dispatchers' offices. The use of standard means of cooling equipment has its own difficulties, first of all, the negative disturbing impact on personnel due to the noise created by fans, and the installation of new ones requires financial investments. The article discusses existing cooling methods and provides a rationale for the need to use the proposed microprocessor device, which will allow regulating fan speed depending on the air temperature inside computer racks.

Keywords: *train dispatcher, automated workstation, computer rack, cooling, microprocessor device, speed controller*

Введение

При организации Восточного полигона для повышения эффективности управления и организации оперативной работы поездных диспетчеров (ДНЦ) Забайкальской железной дороги перевели в Центр управления перевозками Восточного полигона, расположенный в городе Иркутск. Соответствующее оборудование, в том числе и автоматизированные рабочие места (АРМ) ДНЦ с расположением оборудования в компьютерных стойках, также были перемещены и установлены в помещениях, в которых разместили поездных диспетчеров, то есть непосредственно в рабочих кабинетах ДНЦ.

В компьютерных стойках у поездных диспетчеров установлены компьютеры для работы устройств диспетчерской централизации (ДЦ) «Сетунь», автоматизированной системы контроля параметров подвижного состава на ходу поезда (АСКПС) и автоматизированной системы ведения и анализа графика исполненного движения (ГИД «Урал – ВНИИЖТ»). В комплекс технических средств АРМ ДНЦ входят табло для постоянного контроля поездного положения на участке, графический монитор для отображения графика исполненного движения, монитор для ввода и отображения информации в соответствии с диспетчерскими командами и запросами, принтер или плоттер для распечатки ГИД и другой необходимой отчетной документации, секция связи для переговоров, включая поездную радиосвязь, а также клавиатура, мышь и источник бесперебойного питания [1,2].

Постановка задачи

Данное технологическое оборудование имеет значительную нагрузку и в процессе эксплуатации нагревается, что приводит к увеличению внутренней температуры в компьютерных стойках. Для снижения температуры в стойках на потолке были установлены по два вытяжных вентилятора марки XD12038AC. Данные вентиляторы напрямую подключены к сети переменного тока 220В и потребляют ток 0,14А. Такое решение не оправдало себя, так как установленные вентиляторы издадут значительный шум из-за работы на максимальной скорости. Это существенно мешает работе поездного диспетчера, приводит к его быстрому утомлению и снижению производительности. В связи с этим вытяжные вентиляторы были отключены из-за шума, а это, в свою очередь, стало приводить к перегреву компьютеров в стойках и их нестабильной работе. При этом двери стоек вынуждено были оставлены открытыми.

Управление оборотами вентиляторов в аналогичных компьютерных стойках поездных диспетчеров Восточно-Сибирской железной дороги осуществляется регулятором Rittal SK3120.200, представленной на рисунке 1 [3].



Рис. 1. Регулятор оборотов вентилятора RITTAL SK3120.200

Однако стоимость такого решения значительна и при необходимости оборудования четырнадцати стоек пропорционально увеличивается. Таким образом, встаёт задача организации охлаждения компьютерных стоек ДЦ поездных диспетчеров.

Обзор способов охлаждения компьютерных стоек

Охлаждение компьютерных стоек обязательный аспект устойчивой работы устройств. В процессе эксплуатации оборудование, находящееся в стойках, нагревается. Нагрев может привести к снижению производительности и сокращению срока службы компонентов. Для охлаждения компьютерных стоек используются различные методы, каждый из которых имеет свои преимущества и особенности.

Воздушное охлаждение является наиболее распространенным типом охлаждения. Оно включает в себя вентиляторы, обеспечивающие циркуляцию воздуха вокруг компонентов стойки, отводящие тепло и обеспечивающие стабильную работу. Чаще всего этот тип охлаждения используется в электронике. Также отлично подходит для компьютеров, бытовых приборов. Такое охлаждение находится в среднем ценовом диапазоне, что является преимуществом благодаря высокой эффективности.

Жидкостное охлаждение представляет собой альтернативу воздушному охлаждению. Вместо вентиляторов, оно использует жидкость для отвода тепла, циркуляция которой, обеспечивается благодаря помпе. Жидкость прокачивается через радиаторы, где она забирает тепло от охлаждаемых компонентов, которые в свою очередь также охлаждаются вентиляторами. Одним из частных случаев его применения является фреоновое (азотное) охлаждение. Жидкостное охлаждение активно используется в автомобильной промышленности и лазерной технике. Стоимость жидкостного охлаждения для компьютерных стоек довольно высока и может на порядок отличаться от воздушного.

Пассивное охлаждение не использует движущиеся части для отвода тепла. Оно полагается на радиаторы и тепловые трубки для передачи тепла от компонентов к внешней поверхности стойки, но не имеет возможности регулирования показателей температуры. Пассивное охлаждение имеет ту же область применения, что и воздушное. Стоимость этого охлаждения немного ниже, но может значительно варьироваться в зависимости от производителя оборудования и размеров компьютерных стоек.

Элементы Пельтье – ещё один метод охлаждения, использующий полупроводниковые элементы, способные как генерировать, так и поглощать тепло в зависимости от направления, проходящего через них электрического тока [4]. Широко применяется в медицинской технике для создания переносных охладителей и находится в средней ценовой категории. Цена за один элемент Пельтье для охлаждения может значительно меняться в зависимости от технических характеристик и производителя.

Сравнение характеристик и стоимости реализации представленных методов охлаждения привело к выводу о том, что самым целесообразным решением будет использование в проекте именно воздушного охлаждения. Оно имеет ряд преимуществ, включая эффективность, дешевизну, простоту установки и надежность, что делает его более доступным и привлекательным для использования в компьютерных стойках на поездных кругах.

Микропроцессорное устройство управления вентиляторами

Разработанное микропроцессорное устройство управления вентиляторами вытяжки для охлаждения компьютерных стоек поездных диспетчеров в зависимости от температуры предлагается внедрить на поездных кругах Забайкальской железной дороги. Автоматическое управление скоростью вентиляторов охлаждения позволит практически полностью устранить создаваемый ими шум, так как на полную мощность они работать не будут. Данный регулятор работает на микроконтроллере Ардуино Nano, широко применяемом в различных проектах [5-8] и собран из отдельных модулей, в том числе регулятора нагрузки, датчика температуры и блока питания.

Структурная схема микропроцессорного регулятора оборотов вентиляторов вытяжки в зависимости от температуры представлена на рисунке 2.

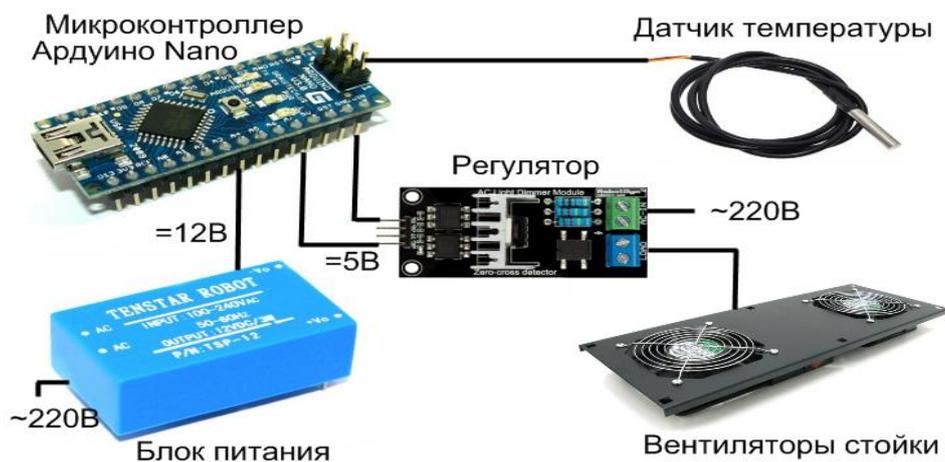


Рис. 2. Структурная схема микропроцессорного регулятора оборотов вентиляторов в зависимости от температуры

Микропроцессорный регулятор оборотов вентилятора на основе микроконтроллера Arduino Nano работает по разработанной программе. Для управления вентиляторами применен метод широтно-импульсной модуляции (ШИМ) [9, 10], который представляет собой эффективный и удобный в реализации способ регулирования оборотов вентиляторов. Этот метод модуляции используется в широком спектре электронных устройств, включая источники питания, преобразователи частоты и регуляторы скорости электродвигателей. ШИМ позволяет создавать компактные, эффективные и надежные электронные системы, обеспечивая широкие возможности регулировки параметров выходного сигнала.

Регулятор способен работать с нагрузкой до 220 В и потреблять до 2 ампер электрического тока. Корпус модулей выполнен из металла и оснащен креплениями для установки на шину стойки. Датчик температуры, длиной 1 метр, устанавливается на уровне верхней части оборудования компьютерной стойки. Данный регулятор также обеспечивает возможность контроля охлаждения блока питания, что делает его универсальным и энергоэффективным решением для широкого спектра задач.

Алгоритм работы микроконтроллера основан на методе ШИМ. Ниже приведена таблица, благодаря которой можно настроить автоматическое регулирование оборотов вентилятора в зависимости от температуры внутри корпуса.

Таблица 1. Параметры работы микроконтроллера

Температура, градусы	Скорость вращения вентиляторов, %
20	0
22	10%
24	20%
26	30%
28	40%
30	50%
32	60%
34	70%
36	80%
38	90%
40 и более	100%

Заключение

Размеры выбранных модулей позволяют обеспечить компактность и удобство в установке этого оборудования. Все необходимые компоненты доступны по цене. Основные расходы связаны с монтажом и сборкой устройства, а эффективность работы и простота эксплуатации представленного регулятора, подтверждают экономическую целесообразность его внедрения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Системы диспетчерской централизации / Д.В. Гавзов, О.К. Дрейман, В.А. Кононов, А.Б. Никитин; Под общей ред. Вл. В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2002. – 407 с.
2. Никитин С.М. АРМ поездного диспетчера ДЦ «Сетунь». // Автоматика, телемеханика и связь. – 2007. – №1. С. 20 – 22.
3. Техническая спецификация для Rittal temperature regulator 3120.000. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://manualsbrain.com/ru/manuals>.
4. Петров А.А. Элементы Пельтье как охлаждающие элементы микросхемы / А. А. Петров, А. Р. Каримов, Н. А. Юнусов // Гагаринские чтения – МАИ (НИУ), 2018. – С. 314-315. – EDN XPRFSH.
5. Петин В.А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. - СПб.: БХВПетербург, 2016 – 320 с. – EDN AKFIFO.
6. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Соммер; [пер. с нем. Виктора Букирева]. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2012. – 244 с. – (Электроника). – ISBN 978-5-9775-0727-1. – EDN QMWOMN.
7. Передающее устройство для системы задания неисправностей в тренажёре по поиску отказов электрической централизации стрелок и сигналов / А.В. Пультяков, М.В. Копанев, А.С. Шендрик, А.Д. Тароев // Молодая наука Сибири. – 2023. – № 2(20). – С. 211-217. – EDN EPUUER.
8. Приёмное устройство для системы задания неисправностей в тренажёре по поиску отказов электрической централизации стрелок и сигналов / А.В. Пультяков, М.В.

Копанев, А.Д. Тароев, А.С. Шендрик // Молодая наука Сибири. – 2023. – № 2(20). – С. 203-211. – EDN DTWHJK.

9. Мишенин А.А., Лихолетов И.А. ШИМ-сигнал и ШИМ-контроллер, их назначение / Междунар. науч.-техн. конф. мол. уч. БГТУ им. В.Г. Шухова : Мат-лы конф. – Белгород: БелГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 3373-3375. – EDN NWWDBD.

10. Болтовский Г. А. Управление скоростью вращения вентилятора через широтно-импульсную модуляцию на платформе Arduino / Постулат. – 2021. – № 11(73). – EDN XXQQDM.

REFERENCES

1. Dispatch centralization systems / D.V. Gavzov, O.K. Dreyman, V.A. Kononov, A.B. Nikitin; Under the general editorship. Vl. V. Sapozhnikova. – M.: Route, 2002. – 407 p.

2. Nikitin S.M. Train dispatcher's workstation at DC "Setun". // Automation, telemechanics and communications. – 2007. – No. 1. pp. 20 – 22.

3. Technical specification for Rittal temperature regulator 3120.000. - [Electronic resource]. Access mode: <https://manualsbrain.com/ru/manuals>.

4. Petrov A.A. Peltier elements as cooling elements of a microcircuit / A. A. Petrov, A. R. Karimov, N. A. Yunusov // Gagarin Readings - MAI (National Research University), 2018. - P. 314-315. – EDN XPRFSH.

5. Petin V.A. Arduino and Raspberry Pi in Internet of Things projects. - St. Petersburg: BHVPetersburg, 2016 – 320 p. – EDN AKFIFO.

6. Sommer W. Programming microcontroller boards Arduino/Freduino / W. Sommer; [transl. with him. Viktor Bukirev]. – St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2012. – 244 p. – (Electronics). – ISBN 978-5-9775-0727-1. – EDN QMWOMN.

7. Transmitting device for a system for specifying faults in a simulator for finding faults in the electrical centralization of arrows and signals / A.V. Pulyakov, M.V. Kopanев, A.S. Shendrick, A.D. Taroev // Young science of Siberia. – 2023. – No. 2(20). – pp. 211-217. – EDN EPVUER.

8. Receiving device for the system for specifying faults in the simulator for searching for failures in the electrical centralization of arrows and signals / A.V. Pulyakov, M.V. Kopanев, A.D. Taroev, A.S. Shendrick // Young science of Siberia. – 2023. – No. 2(20). – pp. 203-211. – EDN DTWHJK.

9. Mishenin A.A., LikholetoV I.A. PWM signal and PWM controller, their purpose / Int. scientific-technical conf. they say uch. BSTU named after. V.G. Shukhova: Conf. materials. – Belgorod: BelSTU im. V.G. Shukhova, 2021. – P. 3373-3375. – EDN NWWDBD.

10. Boltovsky G. A. Control of fan speed through pulse-width modulation on the Arduino platform / Postulate. – 2021. – No. 11(73). – EDN XXQQDM.

Информация об авторах

Пультяков Андрей Владимирович – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: pulyakov@irgups.ru;

Благинина Нелли Сергеевна – студент группы СОД.2-20-1, факультет «Системы обеспечения транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: nellyashka@icloud.com

Authors

Pulyakov Andrei Vladimirovich – candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of «Automation, telemechanics and communications», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: pulyakov@irgups.ru;

Blaginina Nelly Sergeevna – student of the SOD.2-20-1 group, faculty of «Transport support systems», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: nellyashka@icloud.com