

УДК 621.38

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА НА
МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ В УЧЕБНЫХ ЦЕЛЯХ
PRACTICAL IMPLEMENTATION OF A DIGITAL DEVICE BASED
ON A MICROCONTROLLER FOR EDUCATIONAL PURPOSES**

Д.С. Новиков, С.А. Леонов

Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Научный руководитель: И.Г. Иванова

преподаватель кафедры общепрофессиональных дисциплин

Аннотация. В статье рассматривается процесс практической реализации цифрового устройства на микроконтроллере – электронных часов – в рамках учебной подготовки специалистов. Актуальность темы обусловлена необходимостью формирования у обучающихся устойчивых навыков работы с современной элементной базой, чтения электрических схем и выполнения качественного монтажа радиоэлектронной аппаратуры. Представлен анализ архитектуры устройства, описана технология пайки многовыводных компонентов, приведены результаты программирования и испытаний собранного макета. Полученные компетенции являются основой для дальнейшей эксплуатации и ремонта сложных микропроцессорных систем.

Ключевые слова: микроконтроллер, учебный проект, электронные часы, технология пайки, электрическая схема, практические навыки.

Abstract. The article examines the process of practical implementation of a digital device based on a microcontroller – an electronic clock – within the framework of training specialists. The relevance of the topic is driven by the need to develop students' sustainable skills in working with modern electronic components, reading electrical diagrams, and performing high-quality assembly of electronic equipment. The paper presents an analysis of the device architecture, describes the soldering technology for multi-pin components, and provides the results of programming and testing the assembled prototype. The acquired competencies form the foundation for the further operation and repair of complex microprocessor systems.

Keywords: microcontroller, educational project, electronic clock, soldering technology, electrical diagram, practical skills.

Современный этап развития техники характеризуется повсеместным внедрением микропроцессорных систем управления. От бытовой электроники до сложных промышленных и военных комплексов – везде основой являются микроконтроллеры, выполняющие функции обработки информации и управления исполнительными механизмами. В этих условиях подготовка квалифицированных технических специалистов

невозможна без получения ими практических навыков работы с цифровыми устройствами.

Как отмечается в учебных программах профильных кафедр, изучение микропроцессорной техники и цифровой обработки сигналов является основой для формирования у обучаемых знаний в области современной элементной базы электронных устройств [2]. Применение активных методов обучения, включающих самостоятельную сборку и отладку действующих макетов, дает положительный эффект в качественном усвоении материалов занятий.

Целью настоящей работы стала практическая реализация цифрового устройства на микроконтроллере – электронных часов, – позволяющая в рамках одного учебного проекта освоить ключевые этапы создания электронной аппаратуры: от анализа схемы до программирования и испытаний.

Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Выполнить анализ архитектуры и принципиальной схемы электронных часов на микроконтроллере.
2. Освоить технологию монтажа, включая пайку многовыводных микросхем.
3. Осуществить программирование микроконтроллера и провести испытания готового устройства.

В качестве учебной модели было выбрано устройство, реализующее функцию электронных часов. Данный выбор обусловлен тем, что электронные часы содержат все ключевые узлы, характерные для любой встроенной системы управления: микроконтроллер (вычислительное ядро), кварцевый резонатор (задатчик тактовой частоты), органы управления (кнопки ввода информации) и устройство отображения (дисплей).

Принцип действия устройства основан на работе микроконтроллера, который выполняет программу, хранящуюся в его памяти. Тактовую частоту для точного отсчета времени обеспечивает кварцевый резонатор, подключенный к соответствующим выводам микроконтроллера. Управление режимами работы (установка времени, включение будильника) осуществляется через кнопки, а информация выводится на жидкокристаллический индикатор.

Данная архитектура в упрощенном виде повторяет структуру более сложных систем, что делает электронные часы идеальным учебным пособием для освоения основ микропроцессорной техники.

Принципиальные электрические схемы представляют собой графические изображения, служащие для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений связей между элементами электрического устройства [3]. Они разрабатываются согласно требованиям стандартов и определяют полный состав элементов с соответствующими физическими связями.

В ходе работы была проанализирована принципиальная схема электронных часов, которая включает следующие основные функциональные узлы:

- микроконтроллер – центральный элемент устройства, выполняющий программу;
- кварцевый резонатор – задает тактовую частоту работы микроконтроллера;
- стабилизатор напряжения – обеспечивает питание цифровых компонентов;
- кнопки управления – служат для ввода команд пользователя;
- дисплей – отображает текущее время и режимы работы;
- разделительные конденсаторы – обеспечивают помехозащиту.

Особое внимание при анализе схемы было уделено цепям помехозащиты. Разделительные конденсаторы, установленные рядом с микросхемами, являются главным средством борьбы с цифровым шумом. Их отсутствие или некачественная пайка – частая причина необъяснимых сбоев в аппаратуре. Наличие резервной батареи обеспечивает сохранение данных при отключении основного питания.

Как отмечено в специальной литературе, чтение таких схем позволяет не только понять путь прохождения сигнала, но и рассчитать примерные параметры устройства, включая рабочую частоту и потребляемую мощность [5].

Практическая реализация устройства началась с подготовки рабочего места и необходимых материалов. Для выполнения монтажа потребовались: паяльник с тонким жалом, припой, флюс, пинцет, бокорезы, мультиметр для контроля соединений, лупа для визуального контроля качества пайки.

Особое внимание уделено подбору компонентов в соответствии со спецификацией. Для микроконтроллера была предусмотрена панелька (разъем), что позволяет избежать перегрева чувствительного элемента при монтаже и при необходимости легко заменить его.

Соблюдение мер безопасности (использование вентиляции, защитных очков) являлось обязательным условием выполнения работ.

Ключевым процессом электромонтажа является пайка, качество которой напрямую определяет надежность всего устройства. Согласно ГОСТ Р 56427-2022, устанавливающему технические требования к выполнению технологических операций пайки электронных модулей, производственный персонал, занятый на технологических операциях пайки, должен проходить периодическую аттестацию, а на всех этапах производства следует руководствоваться мероприятиями по защите от влияния статического электричества [4].

В процессе работы соблюдались следующие правила:

- обязательное лужение жала паяльника и выводов компонентов;

- одновременный прогрев вывода компонента и контактной площадки на плате;
- подача припоя в точку контакта, а не на жало паяльника;
- контроль качества формируемого соединения.

Качественное паяное соединение должно иметь блестящую поверхность, без трещин и холодных спаев. «Холодная» пайка и перегрев компонентов являются основными дефектами, которых необходимо избегать.

Технология пайки многовыводных компонентов имеет свои особенности. Пайка элементов велась в следующей последовательности:

1. Монтаж пассивных компонентов (резисторов, диодов).
2. Установка конденсаторов (с соблюдением полярности для электролитических).
3. Монтаж кварцевого резонатора.
4. Установка микроконтроллера и разъемов.
5. Монтаж кнопок управления и дисплея.

После завершения пайки был проведен визуальный контроль под лупой, а затем проверка отсутствия коротких замыканий между соседними выводами с помощью мультиметра.

Как отмечается в методических материалах по военно-технической подготовке, овладение диагностическими процедурами и протоколами технического обслуживания, включая калибровку, тестирование и ремонт электронных компонентов с использованием цифровых мультиметров и осциллографов, является обязательным требованием к выпускникам технических специальностей [1].

На этапе испытаний устройство показало стабильную работу. Основные параметры функционирования:

- точность хода – отклонение составило несколько секунд в сутки, что является удовлетворительным результатом для самостоятельно собранного макета;
- потребляемый ток – соответствовал расчетным значениям;
- функциональность – все режимы (отображение времени, установка, будильник) работали корректно;
- помехоустойчивость – устройство стабильно функционировало при подключении к штатному источнику питания.

Таким образом, испытания подтвердили правильность монтажа и программирования устройства. По результатам выполненной работы могут быть сформулированы следующие выводы. Проведен анализ архитектуры и принципиальной схемы электронных часов на микроконтроллере. Подтверждена целесообразность использования данного устройства в качестве учебной модели для освоения основ микропроцессорной техники.

На практике освоена технология монтажа и пайки электронных компонентов, включая многовыводные микросхемы, с соблюдением

требований нормативной документации. Результатом практической реализации стало функционирующее устройство – электронные часы, – прошедшее полный цикл от анализа схемы до программирования и испытаний.

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные в ходе выполнения учебного проекта навыки являются основой для дальнейшей профессиональной деятельности. Умение читать электрические схемы, качественно выполнять монтаж, программировать микроконтроллеры и проводить диагностику неисправностей необходимо специалистам любого профиля, связанного с эксплуатацией радиоэлектронной аппаратуры.

Как подчеркивается в требованиях к подготовке технических специалистов, способность инициировать восстановление системы и поддерживать оперативный контроль во время электронных помех является одним из основных параметров оценки готовности к выполнению задач [1]. Выполнение подобных учебных проектов формирует указанные компетенции и готовит обучающихся к реальной работе со сложным оборудованием.

Список литературы

1. Требования к выпускникам, специализирующимся по военной специальности 106, коды 543 и 646 // Администрация Павлозаводского сельсовета Павловского района: сайт. – 2025. – URL: <https://xn--80aafbkrhe4adcc1b.xn--plai/press-czentr/trebovaniya-k-vypusknikam-specziali-ziruyushhimsya-po-voennoj-speczialnosti-106-kody-543-i-646> (дата обращения: 03.03.2026).

2. Кафедра основ военной радиотехники и электроники // Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи: сайт. – URL: http://www.viires.edu.kz/ru/education/982-kafedra_osnov_vojennoj_radio_tehniki_i_elektroniki/ (дата обращения: 03.03.2026).

3. Ключев, А. С. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля / А. С. Ключев, Б. В. Глазов, М. Б. Миндин; под ред. А. С. Ключева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Альянс, 2014. – 431 с. – ISBN 9785918720691.

4. ГОСТ Р 56427-2022. Пайка электронных модулей радиоэлектронных средств. Автоматизированный смешанный и поверхностный монтаж с применением бессвинцовой и традиционной технологии. Требования к технологии сборки и монтажа. – Москва: Российский институт стандартизации, 2022. – 32 с.

5. Каримов, Р. Ф. Электрический ток, электрическое напряжение, электрическая мощность: Способ чтения электрических схем. Изложение в популярной форме / Р. Ф. Каримов. – Новосибирск: Издатель, 2001. – 63 с.