

## ПЕРЕВОД НА НОВУЮ ЭЛЕМЕНТНУЮ БАЗУ ПРАКТИКУМА ПО МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКЕ

*Ахремчик О.Л. – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры автоматизации технологических процессов, ТвГТУ, Тверь, axremchic@mail.ru*

*Хабаров А.Р. – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой ЭВМ, ТвГТУ, Тверь, axremchic@mail.ru*

© Ахремчик О.Л., Хабаров А.Р., 2025

**Аннотация.** Отмечены сложности, связанные с использованием микроконтроллеров с разным ядром в школьном и университетском образовании. В ходе перевода практикумов по изучению микроконтроллеров на новую элементную базу предложен эволюционный модульный подход на основе построения абстрактных моделей изучаемых устройств. Содержание работ при изучении одинаковых модулей для разных микроконтроллеров остается неизменным. Изучение выделенных различий и модулей происходит при постановке и проведении новых работ. Указаны примеры одинаковых модулей и различий для микроконтроллеров с разным ядром.

**Ключевые слова:** микроконтроллер, обучение, практикум, программа, преподаватель, модуль.

## TRANSFER TO THE NEW ELEMENT BASE OF THE MICROPROCESSOR TECHNIQUE WORKSHOP

*Akhremchik O.L. – Doctor of Technical Science, Associate Professor, Professor of Automation Department, TvSTU, Tver, axremchic@mail.ru*

*Chabarov A.R. – Candidate of Technical Science, Associate Professor, Head of Computer Department, TvSTU, Tver, axremchic@mail.ru*

**Abstract.** The difficulties related to the use of microcontrollers with different kernels in school and university education are noted. The evolutionary modular approach based on the construction of abstract models of the devices under study is proposed in the course of transferring the workshops for studying microcontrollers to a new element base. The content of the work when studying the same modules for different microcontrollers remains unchanged. The study of the highlighted differences and modules takes place in the course of setting up and carrying out new works. Examples of the same modules and differences for microcontrollers with different kernels are given.

**Keywords:** microcontroller, training, workshop, program, lecturer, module.

Качество образовательного процесса подготовки студентов по направлению «Информатика и вычислительная техника» напрямую зависит от применения в практикумах по микропроцессорной технике современных программных и технических средств. К таким средствам относятся микроконтроллеры, являющиеся программируемыми устройствами в виде больших интегральных схем (БИС). В практикуме необходимы системное и прикладное программные обеспечения, позволяющие осуществлять написание, отладку и компиляцию кода для используемых БИС [1].

Быстрое обновление элементной базы заставляет постоянно производить поиск и изучение подходящих для использования в учебном процессе серий микроконтроллеров [2]. Неопределенность источников финансирования, средства из которых идут на приобретение комплектующих для практикумов по микропроцессорной технике в университете, не способствует организации системного проведения поиска, изучения и апробации новых БИС и программных приложений для работы с ними. В текущий момент в региональных технических вузах доминирует модель обучения, предусматривающая использование в учебном процессе программного и информационного обеспечений, стендов и методических пособий в течение длительного временного промежутка (от 10 до 20 лет).

В то же время выделение в последние пять лет государственного финансирования на научно-техническое творчество и дополнительное образование школьников привело к оснащению ряда школ и кванториумов современными микропроцессорными средствами и робототехническими устройствами. В данных устройствах используются высокоразрядные быстродействующие отечественные БИС с ядром Cortex [3]. В применяемых на факультете информационных технологий Тверского государственного технического университета комплектах для изучения микропроцессорной техники используются восьмиразрядные микроконтроллеры с AVR-ядром. Возникает насущная необходимость перевода практикума на новую элементную базу. Переход к другим БИС позволяет обеспечить преемственность технического образования в цепочке «школа – колледж – вуз». В ходе перевода практикума на новую базу от преподавателей требуют изучения технической документации на новые БИС, установки и освоения среды программирования для отладки и компиляции программ, составления и апробации учебных заданий и примеров работы БИС в составе разных устройств, разработки учебно-методических материалов. В рамках индивидуальных планов такой комплекс работ выполнять крайне сложно.

Авторами предложена концепция эволюционного модульного подхода к построению практикумов по изучению микроконтроллеров. В ходе изучения БИС производится выделение базовых элементов логической модели устройства на высоком уровне абстракции с описанием отличий от модели для конкретных БИС. Выделенные отличия изучаются в новых лабораторных работах и на практических занятиях. Это позволяет уменьшить число новых тем и работ, снизить нагрузку на преподавателя.

Например, вхождение в состав БИС с AVR-ядром модулей последовательной передачи данных позволяет использовать лабораторные работы и содержание практических занятий для изучения микроконтроллера с ядром Cortex. В то же время наличие модуля прямого доступа к памяти в новом устройстве является кардинальным отличием, что требует введения в состав практикума новой темы.

Таким образом, переход к использованию нового микроконтроллера разделяется на два этапа. На первом определяют состав выполняемых работ, которые имеют незначительные отличия логических моделей высокого уровня абстракции для двух архитектур микропроцессорной техники. Примерами таких работ являются ввод-вывод данных через параллельный порт и аналого-цифровой преобразователь, передача данных по последовательным интерфейсам SPI, I<sup>2</sup>C, UART и индикация информации на жидкокристаллических дисплеях. На втором этапе предусмотрено выделение модулей, применение которых ранее не предусматривалось или имеет значительные отличия для двух архитектур. Это, например, использование последовательных интерфейсов CAN и RS485 при передаче данных в БИС с ядром Cortex.

Предложенный подход позволяет обеспечить накопление, изучение и оценку опыта применения микропроцессорной техники разных производителей на основе построения логических моделей изучаемых устройств. Образовательный процесс при переводе практикума на новые БИС предусматривает формирование в сознании обучаемых абстрактных моделей и получение навыков и умений использования этих моделей при практической реализации в виде конкретных технических устройств.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахремчик О.Л., Хабаров А.Р. Использование программного обеспечения при проектировании цифровых устройств в ходе гибридного обучения // Цифровая трансформация. 2024. № 30 (2). С. 16–23.
2. Ахремчик О.Л., Хабаров А.Р. Выбор микроконтроллеров для лабораторного практикума по микропроцессорным системам // Актуальные проблемы качества образования в высшей школе: материалы докладов Всероссийской научно-практической конференции / под ред. В.Б. Петровской. Тверь: ТвГТУ, 2023. С. 6–8.

3. Ахремчик О.Л., Хабаров А.Р. Потенциал комплекса «Рудирон» для практикумов факультета информационных технологий технического университета // Текущие вызовы в подготовке кадров. Обучение специалистов по современным направлениям информационных технологий, кибербезопасности и ИКТ-электроники, актуальным для экономики данных: сборник научных трудов / отв. ред. А.В. Альминдеров. Тверь: ТвГУ, 2024. С. 180–181.

УДК 378.016

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА ОПИСАНИЯ АППАРАТУРЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И УСТРОЙСТВ**

*Ахремчик О.Л. – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры автоматизации технологических процессов, ТвГТУ, Тверь, axremchic@mail.ru*

*Ахремчик П.О. – магистрант, ТвГТУ, Тверь, akhremchikpavel@mail.ru*

© Ахремчик О.Л., Ахремчик П.О., 2025

**Аннотация.** Предложено рассматривать модели электронных устройств на базе составления программного кода представления элементов на языке описания аппаратуры. Основой программы является концептуальная модель разработчика, связывающая строки кода с совокупностью закономерностей функционирования электронных элементов. Применение языка описания аппаратуры в учебном процессе предполагает изучение имеющихся описаний минимального базового набора элементов и составление на их основе собственных программ. Подчеркнута важность наличия в программе развернутых комментариев. Приведен пример описания электронного элемента. Отмечено, что в программном коде используются англоязычные слова и сокращения.

**Ключевые слова:** аппаратура, обучение, описание, программа, устройство, электроника, язык.

## **APPLICATION OF EQUIPMENT DESCRIPTION LANGUAGE IN STUDYING ELECTRONIC ELEMENTS AND DEVICES**

*Akhremchik O.L. – Doctor of Technical Science, Associate Professor, Professor of Automation Department, TvSTU, Tver, axremchic@mail.ru*

*Akhremchik P.O. – Magistrate, TvSTU, Tver, akhremchikpavel@mail.ru*