

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*

**Abstract.** It is proposed to consider the models of electronic devices on the basis of compiling the program code of elements representation in the language of hardware description. The basis of the program is a conceptual model of the developer, linking code lines with a set of regularities of functioning of electronic elements. The application of the hardware description language in the educational process implies studying the available descriptions of the minimum basic set of elements and composing own programs on their basis. The importance of detailed comments in the program is emphasized. An example of electronic element description is given. It is noted that English words and abbreviations are used in the program code.

**Keywords:** hardware, studying, description, program, device, electronics, language.

Методика изучения электронных элементов и устройств в курсе «Электроника» для направлений «Информатика и вычислительная техника», «Мехатроника и робототехника», «Управление в технических системах» ориентирована на применение сред компьютерного моделирования и автоматизированного проектирования узлов электронных устройств [1]. Разработка новых устройств требует знания основ их представления в программных средах. Зачастую вопросы составления и внесения в базы данных кода на языках описания аппаратуры опускаются при изучении курса «Электроника», а элементы радио- и электронной техники рассматриваются как «черные ящики». В ходе знакомства с основами проектирования устройств вычислительной техники, средств автоматизации мехатронных и робототехнических устройств внимание уделяется изучению методов и средств автоматизированного проектирования без ознакомления с языками аппаратного описания.

Авторский подход предполагает расширение представлений об электронных элементах на основе составления SPICE-моделей с применением языков описания аппаратуры (например, VHDL). Подобные языки используются ограниченным контингентом специалистов и практически не рассматриваются в практикумах по электронике в Тверском государственном техническом университете [1]. Знакомство с основами языка описания аппаратуры позволяет студентам создавать свои модели элементов, не внесенных в базы данных сред проектирования.

Разработка схемных моделей электронных компонентов и составление на их основе эквивалентной схемы отдельного блока – это важный этап процесса обучения, позволяющий перейти от методики использования «черного ящика» к рассмотрению закономерностей, положенных в основу его функционирования.

Практическая реализация схемы устройства электроники (робототехники) в виде описания, пригодного для применения в программе моделирования, резко повышает мотивацию обучающегося и позволяет получить наглядное представление результатов инженерной и проектно-конструкторской деятельности в виде фрагментов базы данных.

Принципиальных отличий в методике изучения языков типа VHDL, если сравнивать с другими языками программирования, нет. Необходимо, чтобы навыки владения языком вписывались в индивидуальный стиль программирования, формируемый в ходе обучения [2]. Основой для написания программы является концептуальная модель разработчика, связывающая строки кода с совокупностью закономерностей функционирования элемента электроники и представлением последовательности операций преобразования токов и напряжений в узлах.

Концептуальная модель при изучении языка описания аппаратуры строится на основе формальных представлений двухполюсников и многополюсников, соответствующих классам электронных элементов. На начальной стадии изучения языка происходит знакомство с описаниями минимального базового набора, включающего резисторы, конденсаторы, индуктивности, источники тока и напряжения. Данные описания доступны в учебной и специальной литературе [3]. Второй стадией является создание собственных описаний из минимального набора (например, пассивных фильтров).

Обучение требует знакомства с физическими основами работы устройства и запоминания множества сокращений для обозначения параметров элементов, задействованных в коде программы. С целью повышения качества образования студентам рекомендуется постоянно заполнять таблицы кодовых обозначений параметров, используемых в программном коде (рисунок). Это позволяет модифицировать модель, ориентироваться в описаниях, представляемых разработчиками и производителями средств и устройств современной электроники. Ведение таблиц обозначений рекомендуется совместно с заполнением словаря терминов [4].

## Код программы

```
.SUBCKT 2N1595-X      anode gate cathode
* "Typical" parameters
X1 anode gate cathode SCR PARAMS:
+ Vdrm=50v  Vrrm=50v  Ih=5ma   Vtm=1.1v  Itm=1
+ dV/dt=1e9  Igt=2ma  Vd=-7v   Ton=0.8u  Toff=10u
+ Idm=10u
* 90-5-18 Motorola DL137, Rev 2, 3/89
.ENDS
*$
```

## Параметры элемента

Vdsm	Неповторяющееся импульсное напряжение в открытом состоянии, В
Vrsm	Неповторяющееся импульсное напряжение в открытом состоянии, В
Vdrm	Повторяющееся импульсное напряжение в открытом состоянии, В
Vrrm	Допустимое обратное напряжение, В
Vtm	Напряжение в открытом состоянии, В
Itm	Номинальный ток, А
dVdt	Критическая скорость нарастания прямого напряжения, В/мкс
Igt	Отпирающий ток управляющего электрода, мА
Toff	Время выключения, мкс

## Представление бесконтактного ключа 2N1595-X на языке описания аппаратуры

Анализ примеров описаний элементов электроники показывает, что для них используется мультилингвистический подход к представлению элемента на основе комбинации англоязычных словосочетаний и абривиатур. Таким образом, важно сопровождать код развернутым комментарием [2, 4]. Составление комментариев в языке описания аппаратуры является неструктурированной неформализованной задачей.

Приемы работы с языком описания аппаратуры предполагают разработку схемотехнической реализации устройства (элемента) электроники в графическом редакторе, составление кода, проведение моделирования работы.

Знакомство с языком описания аппаратуры в ходе изучения курса «Электроника» выводит на новый качественный уровень преподавание комплекса дисциплин, в которых рассматривается схемотехническая реализация радиоэлектронных устройств. Для эффективного построения и применения описаний элементов на основе представлений об устройстве многополюсников требуется знать не только синтаксис языка описания аппаратуры, но и базовые сведения об элементе.

Преобразование набора свойств элементов электроники, робототехники, мехатроники в виде уравнений и диаграмм, описывающих поведение узлов при протекании через них постоянного и переменного токов, позволяет в ходе образовательного процесса расширить рамки представлений об электронных элементах. Повышение уровня заинтересованности обучаемого, а также качества образования происходит в ходе установления и закрепления междисциплинарных связей из областей электроники, электротехники, программирования, лингвистики.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахремчик О.Л. Состав программного обеспечения для учебного проектирования цифровых устройств // Педагогическая информатика. 2024. № 1. С. 28–37.
2. Kernighan B., Plauger P.J. The Elements of Programming Style. McGraw-Hill, 1978. 168 p.
3. Enoch O. Hwang. Digital Logic and Microprocessor Design With VHDL. La Sierra University, Riverside, 2005. 512 p.
4. Ахремчик О.Л., Ахремчик П.О. Ведение словаря терминов при самостоятельной работе обучающихся // Актуальные проблемы качества образования в высшей школе: материалы докладов научно-практической конференции / под ред. В.Б. Петропавловской. Тверь: ТвГТУ, 2024. С. 10–13.

УДК 355.232

## ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ КУРСАНТОВ

**Бойкова А.В.** – профессор кафедры экономики и управления производством, ТвГТУ, Тверь, [alexmario@mail.ru](mailto:alexmario@mail.ru)

**Сизова В.В.** – заведующая кафедрой иностранных языков, ТвГТУ, Тверь, [vicas2005@yandex.ru](mailto:vicas2005@yandex.ru)

© Бойкова А.В., Сизова В.В., 2025

**Аннотация.** Отмечено, что внедрение технологий искусственного интеллекта в сферу военного образования дает множество преимуществ, но оно также несет в себе значительные риски. Обобщены ключевые проблемы применения технологий искусственного интеллекта при подготовке обучающихся в вузе. В ходе исследования применены методы