

Морозов П.М., Богданов И.М., Чернышов О.Л. Разработка виртуального лабораторного стенда для моделирования электронных устройств. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XIX Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2019. – С. 187-191.

УДК681.5

## РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

П.М. Мороз, И.М. Богданов, О.Л. Чернышев

### DEVELOPMENT OF A VIRTUAL LABORATORY STAND FOR MODELING ELECTRONIC DEVICES

P.M. Moroz, I.M. Bogdanov, O.L. Chernyshev

**Аннотация.** Статья посвящена разработке виртуального лабораторного стенда для моделирования электронных устройств. На основе зарубежных аналогов определены задачи, решаемые комплексом, и сформированы общие требования к компонентам приложения. Детализована обобщенная схема функциональной структуры приложения для моделирования электронных устройств.

**Ключевые слова:** автоматизация, электроника, моделирование.

**Abstract.** The article is devoted to the development of a virtual laboratory bench for modeling electronic devices. Based on foreign analogues, the main tasks that are solved by the complex are identified and general requirements for application components are formed. The generalized scheme of the functional structure of the application for modeling electronic devices is detailed.

**Keywords:** automation, electronics, modeling.

Как показано в публикации авторов [1], большой значимостью обладают учебные дисциплины, связанные с приобретением практических навыков и умений проектирования и эксплуатации электронных средств автоматизации. Именно к такой дисциплине относится курс "Электроника", для успешного освоения которого необходима современная экспериментальная база. Поэтому детально рассмотрим требования к разработке лабораторного стенда для моделирования электронных устройств на основе анализа наиболее популярных приложений предметной области – сред ElectronicWorkbench и Isisproteus.

Неоспоримым преимуществом ElectronicWorkbench является экономия времени для подготовки и проведения лабораторного эксперимента. Благодаря моделированию процессов пользователь застрахован от всех возможных ошибок в соблюдении техники безопасности во время проведения эксперимента (например, удара током или выхода из строя оборудования). Также можно отменить наличие обширной библиотеки типовых элементов

в данной среде, что предоставляет возможность эффективного обучения основам схемотехники.

Но данное ПО имеет и существенные недостатки: отсутствие возможности настройки интерфейса по запросам пользователя (например, актуальные и часто используемые элементы находятся в "неудобных" местах); отсутствие в библиотеках прототипов отечественных элементов, которые являются популярными на территории СНГ; отсутствие перевода интерфейса на русский язык.

Стоит отметить, что данное ПО является интеллектуальной собственностью Канадской компании InteractiveImageTechnologies и соответственно его необходимо приобретать. Стоимость пакета ElectronicWorkbench для рабочих мест составляет 1200\$ (по курсу 2019 года – 78 тысяч рублей). Студенты или пользователи, которые решили использовать данное ПО, понесут затраты 80\$ (по курсу на 2019 год – 5200 рублей).

Программное обеспечение IsisProteus является средой для проектирования и отладки различных электронных устройств. Данное программное средство обладает возможностью отображения схемы в графическом редакторе, моделирования её работы, включая трехмерную визуализацию её сборки. Среда разработки IsisProteus имеет большую библиотеку электронных компонентов, которую можно дополнять. К недостаткам среды проектирования IsisProteus следует отнести: отсутствие бесплатной версии; завышенные цены на дополнительные библиотеки; крайне "неудобный" интерфейс пользователя.

Отсутствие пробного периода или полного бесплатного доступа к среде разработки IsisProteus является существенным недостатком. На официальном сайте разработчика стоимость базовой версии данной среды разработки равна 248\$, что существенно ограничивает ее распространение. При этом среда может быть эффективно внедрена на крупных производственных предприятиях для разработки промышленных электронных схем, а полноразмерное отображение исследуемой микросхемы снижает затраты на проектирование.

На основе анализа ранее приведенных сред проектирования можно сформировать требования, которым должно отвечать разрабатываемое программное обеспечение [2]:

1. Наличие развитого графического интерфейса. Он должен гарантировать:

- наглядность создаваемых электрических схем и протекающих в них процессов с последующими замерами их характеристик;
- возможность выполнения большинства операций на всех этапах – от начальной постройки электрической цепи до анализа полученных результатов с использованием технологии перетаскивания информации, что существенно упрощает эксплуатацию разрабатываемого программного приложения;

- возможность непосредственного "визуального проектирования" схем путём использования различных элементов электрической цепи, что позволяет значительно сократить время освоения системы и во многих случаях затраты времени на подготовку, отладку.

2. Поддержка иерархии блоков и моделей, которая обеспечивает:

- построение на базе простых элементов электрической цепи (провод, резистор, транзистор), которые также могут использоваться в качестве элементов для построения групповых моделей, что позволяет успешно преодолеть модельную сложность реальных объектов;

- формирование библиотек различного уровня, ориентированных на широкий спектр приложений и различный уровень подготовки пользователя;

- возможность создания библиотек.

3. Высокая скорость симуляции процесса и устойчивость к сбоям.

4. Организация сохранения и открытия моделей.

5. Организация режима "Администратора системы" для углубленных настроек приложения.

К проекту также предъявляются требования образовательного процесса:

1. Полнота библиотеки блоков – типовых элементов структуры. Так как создание встроенного языка программирования является достаточно трудоемкой задачей, универсальность системы должна обеспечиваться наличием полной библиотеки элементов, которые могут быть гибко настроены на задания лабораторной или курсовой работы.

2. Простота освоения. Скорость и эффективность обучения напрямую зависят от простоты освоения ПО, которая может быть достигнута гибким интерфейсом.

При реализации системы моделирования был использован объектно-ориентированный язык высокого уровня C#. Вот лишь несколько функций языка C#, обеспечивающих надежность и устойчивость приложений:

- сборка "мусора" автоматически освобождает память, занятую уничтоженными и неиспользуемыми объектами;

- обработка исключений предоставляет структурированный и расширяемый способ выявлять и обрабатывать ошибки;

- строгая типизация языка не позволяет обращаться к неинициализированным переменным, выходить за пределы индексируемых массивов или выполнять неконтролируемое приведение типов.

В C# существует единая система типов. Все типы C#, включая типы-примитивы, такие как `int` и `double`, наследуют от одного корневого типа `object`. Таким образом, все типы используют общий набор операций, и значения любого типа можно хранить, передавать и обрабатывать схожим образом. C# поддерживает пользовательские ссылочные типы и типы значений, позволяет выделять динамическую память для объектов и хранить

упрощенные структуры в стеке. Вопросы управления версиями повлияли на такие аспекты разработки C#, как: отдельные модификаторы `virtual` и `override`; правила разрешения перегрузки методов и поддержка явного объявления членов интерфейса.

Разработанное программное обеспечение фактически является аналогом функционала, предлагаемого программой `ElectronicWorkbench`.

К достоинствам проекта следует отнести возможность полной настройки интерфейса, который будет удобен пользователю данной программы. Присутствует русскоязычное описание интерфейса и элементов схемы, что несомненно упростит изучение программы пользователям, не знакомым с иностранным языком. Имеются возможности самостоятельного наполнения библиотеки типовых элементов, которая содержит отечественные прототипы компонентов схемы, а также их западные аналоги.

Таким образом, разрабатываемое программное средство полностью соответствует всем ранее сформированным требованиям и обеспечивает возможность модернизации кода программы и присутствующих в ней библиотек.

#### Библиографический список

1. Чернышев О.Л., Чернышев Л.О. Особенности подготовки квалифицированных специалистов в сфере автоматизации и высоких технологий // Актуальные проблемы качества образования в высшей школе: материалы докладов научно-практической конференции / под ред. В.Б. Петропавловской. Тверь: ТвГТУ, 2018. С. 152-157.

2. Григорьев В.А., Лебедев В.В., Чернышев О.Л. Системы телекоммуникационных сетей для реализации бизнес-процессов. Тверь: ТвГТУ, 2016. 122 с.

#### **Мороз Павел Михайлович**

Тверской государственный  
технический университет,  
г. Тверь, Россия

E-mail: [tiveanude@yandex.ru](mailto:tiveanude@yandex.ru)

#### **Богданов Илья Михайлович**

Тверской государственный  
технический университет,  
г. Тверь, Россия

#### **Чернышев Олег Леонидович**

Тверской государственный  
технический университет,  
г. Тверь, Россия

#### **Moroz P.M.**

Tver State Technical University,  
Tver, Russia

#### **Bogdanov I.M.**

Tver State Technical University,  
Tver, Russia

#### **Chernyshev O.L.**

Tver State Technical University,  
Tver, Russia

---