

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ NI MULTISIM ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА»

Е. В. Найденко

Одесский национальный политехнический университет

**Аннотация.** Рассматривается эффективность применения программной среды NI Multisim при изучении дисциплины «Микропроцессорная техника». Приводятся примеры использования в учебно-методическом комплексе: презентации к лекциям, демонстрационных схемах для лабораторного практикума, комплексных лабораторных работах при изучении смежных дисциплин. Рекомендовано использование NI Multisim в самостоятельной работе студентов и при дистанционном обучении.

**Ключевые слова:** программа, редактор схем, учебная дисциплина, моделирование, учебный процесс, качество образования, дистанционное обучение.

### Введение

Использование в образовательном процессе форм и методов обучения, улучшающих восприятие преподаваемого материала, активизируют интерес к преподаваемой дисциплине и способствуют повышению качества образования в условиях сокращения объема аудиторных занятий.

Целью изучения дисциплины «Микропроцессорная техника» является предоставление студентам знаний в области архитектуры современных процессоров и получение практических навыков разработки программ и электротехнических систем на основе микропроцессоров.

Для этого в учебный план дисциплины включены лабораторно-практические занятия, в которых на начальном этапе изучения курса вместо реальных физических экспериментов целесообразно использовать методы компьютерного моделирования микропроцессоров.

В статье рассматривается эффективность применения программной среды NI Multisim — современной системы компьютерного моделирования, позволяющей интерактивно исследовать созданные схемы с помощью средств анализа и виртуальных приборов — в достижении поставленных перед дисциплиной целей и задач. [1-4].

### 1. Лекционные занятия

Программная среда NI Multisim 14 содержит программный модуль MCU, позволяющий моделировать программируемые цифровые устройства на основе восьмиразрядных микроконтроллеров MCS-51 и PIC-16 фирмы Microchip, а также компиляторы с языка C и Ассемблера указанных микроконтроллеров.

Презентации к лекционным занятиям, разработанные в Multisim и представленные с помо-

щью интерактивной доски, дают возможность:

- просматривать и изменять состояние содержимого регистров, памяти программ и данных, ячеек стека и бита конфигурации, что способствует пониманию и лучшему усвоению принципов работы и архитектуры микроконтроллеров (рис.1);

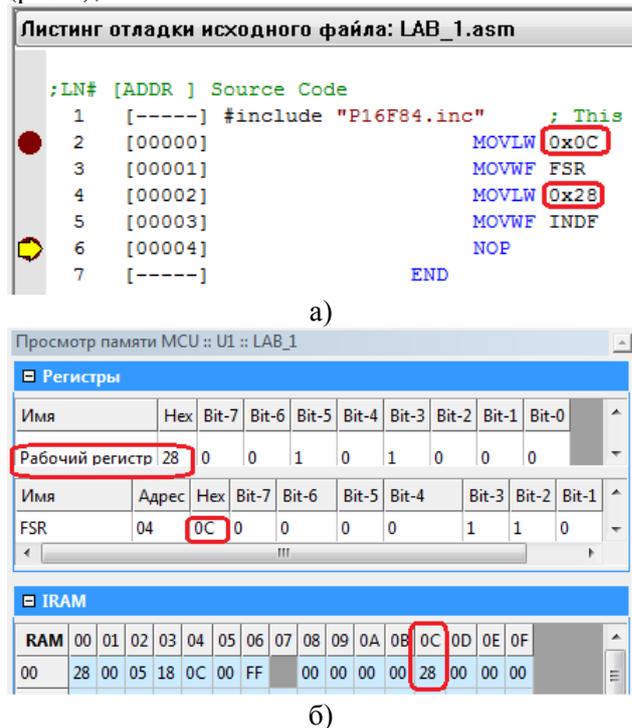


Рис.1. Листинг отладки программы (а) и состояние регистров при остановке симуляции (б)

- визуализировать результат выполнения отдельной команды или программы в целом, повышая наглядность излагаемого материала (рис.2);

- приводить примеры практического применения, активизируя интерес к дисциплине;

- демонстрировать практику совместного применения языков C и Ассемблер в одном проекте с целью оптимизации программы;

- изучать основы работы и особенности функционирования периферийных устройств, используя их модели из базы данных Multisim;
- корректировать содержание учебного материала с учетом особенностей аудитории.

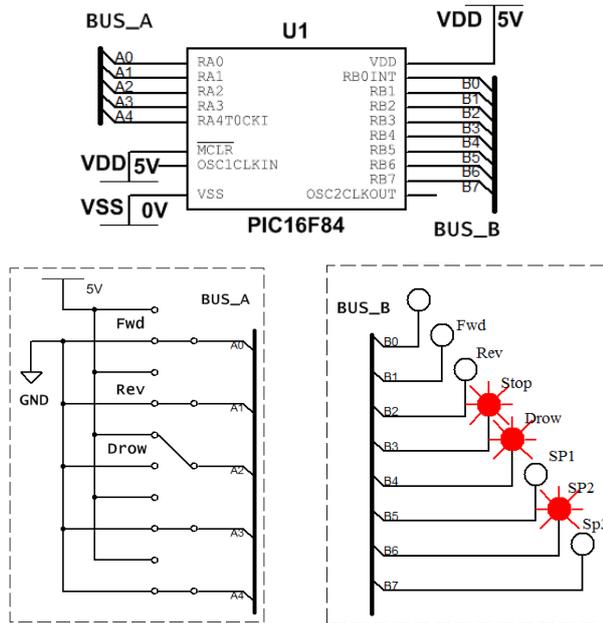


Рис.2. Схема подключения микроконтроллера PIC16F84 для визуализации результатов выполнения команд

Созданные в Multisim тесты и вопросы в свободной форме с подключением графических объектов и фрагментов схем удобно использовать при проведении семестровых и модульных контролей.

## 2. Лабораторные и практические занятия

В начале лабораторного практикума целесообразно продемонстрировать возможности микроконтроллера на примере управления периферийными устройствами из библиотеки моделей NI Multisim. Интерактивные компоненты, изменение параметров которых возможно без остановки процесса моделирования, визуализируют результаты выполнения команд программы, введенной в память процессора.

В схему, представленную на рис.2, добавлена модель ленточного конвейера (рис.3). На выходы RA0 – RA2 порта А при помощи интерактивных переключателей подаются сигналы управления: FWD - вперед; REV - назад; DROP - загрузка. Сигналы с выводов RB0 - RB4 порта В управляют работой конвейера. Сигналы с датчиков положения SP1 и SP3, поступающие на выходы RB5 и RB7 порта В соответственно, отключают конвейер, не допуская падения коробки. Загрузка коробки осуществляется при замыкании переключателя DROP, если коробка остановлена

в момент достижения датчика SP2, сигнал с которого поступает на вход RB6. В схеме можно предусмотреть управление скоростью конвейера и количеством загружаемых в коробку шаров с помощью контактов Speed и CNT модели соответственно.

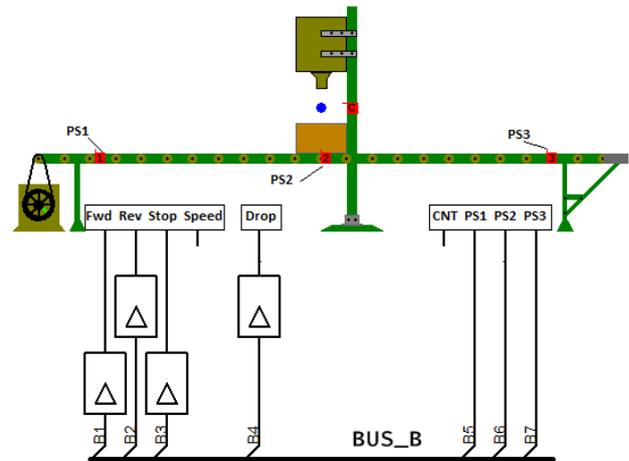


Рис.3. Схема подключения модели ленточного конвейера

Вариантов демонстрационных программ, реализующих выполнение различных алгоритмов управления, с комментариями, описывающими результат выполнения отдельных команд или фрагментов программы, может быть несколько. Кроме того, изменение параметров модели конвейера - положение датчиков и максимальной скорости ленты – приводит к изменению результатов выполнения одной и той же программы.

Помимо модели ленточного конвейера, библиотека периферийных устройств содержит модель резервуара для хранения жидкости с датчиком уровня и возможностью управления скоростью потока жидкости и модели светофоров с одним и двумя наборами ламп.

Самостоятельную работу на занятии целесообразно представить в виде обязательной для выполнения части и актуальной для будущей профессиональной деятельности задания, способствующего творческому применению знаний.

Например, обязательная часть работы может заключаться в подключении модели микропроцессора, создании и отладке собственной программы, реализующей

- управление пуском, реверсом и остановкой ленты конвейера заданными в варианте задания переключателями;

- введение заданного числа через порт А, вывод числа через порт В, а также демонстрацию результатов выполнения программы посредством подключенных к линиям порта В светодиодов.

Помимо этого, студент имеет возможность, используя библиотеку компонентов Multisim, предложить возможность практического применения самостоятельно разработанных в обязательной части лабораторного практикума программ, составить схему, а также и визуализировать результаты моделирования при помощи индикаторов, периферийных устройств и виртуальных измерительных приборов. Это способствует дополнительной мотивации изучения дисциплины и увеличению заинтересованности в реализации перехода от процесса обучения к практической деятельности.

Визуализация сигналов на линиях портов ввода-вывода посредством светодиодов способствует лучшему восприятию реализации программы при изучении команд пересылок, арифметических, логических и битовых операций. В качестве демонстрационных примеров к изучению эти тем могут быть предложены схема вывода информации на матричный семисегментный индикатор или имитация работы осветительных приборов автомобиля.

Возможности Multisim позволяют решать в лабораторном практикуме задачи формирования требуемых временных интервалов, вывода информации на цифровые индикаторы, программной реализации ветвящихся алгоритмов, цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования сигналов, реализации широтно-импульсной модуляции, подключения к ядру микроконтроллера внешней памяти.

### 3. Междисциплинарные связи

Библиотека Multisim содержит группу электромеханических моделей (рис.4), что дает возможность вводить в лабораторный практикум межпредметный компонент и создавать комплексные лабораторные работы и примеры демонстрационных схем при сквозном информационном обучении по смежным дисциплинам одновременно для студентов специальности «Электроэнергетика, электротехника и электромеханика», существенно повышая эффективность усвоения преподаваемого материала.

На рис.5 представлена схема управления пуском двигателя постоянного тока независимо возбуждения. Управление осуществляется последовательным шунтированием двух ступеней добавочных сопротивлений через заданные интервалы времени. В ходе работы приобретаются практические навыки программирования временных задержек и расчета добавочных сопротивлений для обеспечения заданной пусковой диаграммы. Программная среда NI Multisim позволяет произвести отладку программы, а также

получить пусковую диаграмму двигателя (рис.6,а),

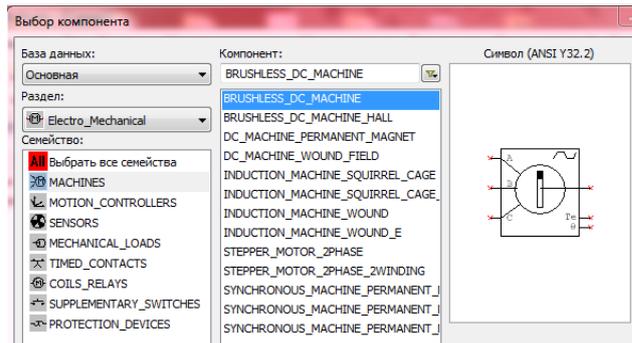


Рис.4. Раздел электромеханических компонентов

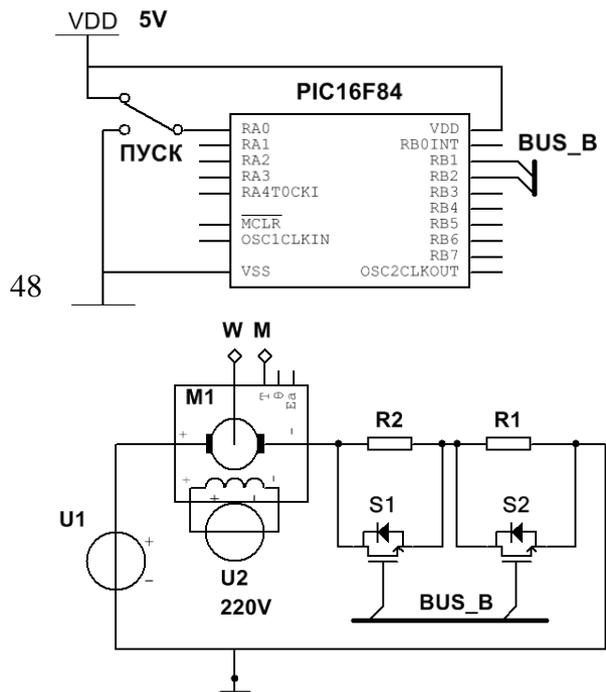


Рис.5. Управление пуском ДПТНВ микроконтроллером PIC16F84

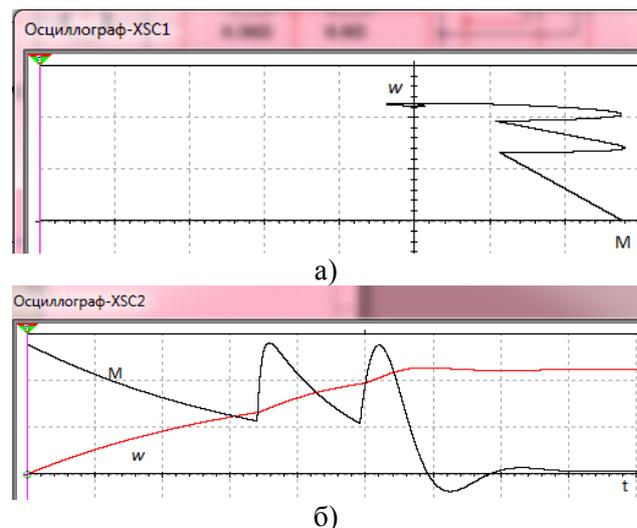


Рис.6. Переходные процессы (а) и механические характеристики (б) двигателя при пуске

и графики переходных процессов (рис.6, б), что способствует лучшему пониманию принципов функционирования реальных электрических схем управления.

В работе может быть использована универсальная модель идеального двигателя постоянного тока MOTOR\_RATED (библиотека *Пассивные компоненты*, раздел *Rated\_Virtual*); компонент «сгорает», если ток якоря превышает допустимое значение.

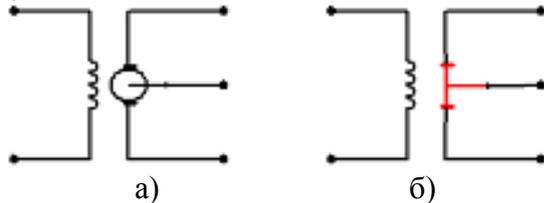


Рис.7. Модель двигателя постоянного тока MOTOR\_RATED: а – двигатель исправен, б – двигатель выведен из строя

Материалы к лабораторному практикуму могут быть полезны в презентациях к лекциям по смежным дисциплинам, а также на практических занятиях при решении задач.

#### 4. Использование NI Multisim в самостоятельной работе

Использование NI Multisim при самостоятельном изучении лекционного материала в комплексе с учебным пособием к дисциплине, проиллюстрированным примерами схем и программ, увеличивает практическую составляющую изучения дисциплины, давая возможность провести симуляцию изученных или разработанных самостоятельно схем и программ в свободное от обязательных занятий время.

Примеры программ с комментариями и демонстрационные схемы, визуализирующие работу микроконтроллера, могут служить основой для самостоятельных проектов, превращая учащихся в активных субъектов процесса обучения.

#### Вывод

Ввиду простоты и удобства использования Multisim является наиболее приемлемым средством для освоения основных приемов проектирования микропроцессорных систем студентами, обладающими небольшим объемом знаний схемотехники и программирования.

Использование программы Multisim в учебно-методическом комплексе облегчает восприятие и усвоение материала, активизируя интерес к преподаваемой дисциплине, дает возможность представить в лабораторном практикуме все основные темы курса и подготовиться к реальным физическим экспериментам.

Таким образом, применение Multisim в процессе обучения способствует повышению качества образования и выработке необходимых профессионально-информационных компетенций, а также дает возможность рекомендовать его для разработки курса дистанционного обучения.

#### Список использованной литературы

1. Найденко, Е. В. Использование программной среды NI MULTISIM при подготовке студентов направлений «электромеханика» и «электротехника» [Текст] / Е. В. Найденко, Е. Ю.Маевская // Электротехнические и компьютерные системы. – Киев: Техника, 2017. – Вып. 24(100). – С.164–168.

2. Марченко, А. Л. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде Multisim: учебное пособие для вузов [Текст] / А. Л. Марченко, С. В., Освальд. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 448 с.

3. Carlos, Navarro, M. Multisim User Manual. National Instruments Corporation [Electronic resource] Режим доступа: <https://ru.scribd.com/doc/36528195/Multisim-Instruction-Manual>

4. National Instruments, Руководство пользователя [Electronic resource] Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/2084021/>

#### References

1. Naydenko, E. V., Maevskaya, E. J. (2017), Use software MULTISIM in preparing students directions "Electric mechanics " and " Electric technic" [Ispolzovanie programmnoy sredi NI MULTISIM pri podgotovke studentov napravleniy «Elektromehaniка» i «Elektrotehnika»]. *Electrotechnic and computer systems*, Kiev, Ukraine, Vol. 24 (100), pp. 164–168 (in Russian).

2. Marchenko, A. L., Oswald, S. V. (2010). Laboratory workshop on Electrical and Electronics in the Multisim environment: a textbook for high schools [Laboratornyy praktikum po elektrotekhnike i elektronike v srede Multisim: uchebnoye posobiye dlya vuzov]. Moscow, Russian Federation, *DMK Press*, 448 p. (In Russian).

3. Carlos, Navarro, M. (2016) Multisim User Manual. National Instruments Corporation – Available at: <https://ru.scribd.com/doc/36528195/Multisim-Instruction-Manual> [Accessed 20 oct. 2016]. (In English).

4. National Instruments, User Manual (2007) – Available at: <http://www.twirpx.com/file/2084021/> [Accessed 20 oct. 2016]. (In Russian).

## USE NI MULTISIM FOR STUDY OF DISCIPLINE "MICROPROCESSOR TECHNICS"

**E. V. Naidenko**

*Odessa National Polytechnic University*

**Abstract.** *The effectiveness of the NI Multisim software environment in the study of microprocessors is examined to improve the perception of the material being taught, to increase the interest in the taught discipline in improving the quality of education in the face of a reduction in the number of classrooms. The innovative educational-methodical complex developed with the help of NI Multisim is presented. The educational-methodical complex includes presentations to the lecture course, demonstration programs with comments and diagrams, demonstrating the operation of the microcontroller on practical examples. It is suggested to use NI Multisim for semester and modular tests. Examples of schemes for laboratory work on discipline and complex laboratory work on related subjects are given, which can be used in presentations to lectures on related disciplines, as well as on practical exercises in solving problems. The expediency of using NI Multisim in independent study of lecture material in combination with the manual for discipline, illustrated with examples of schemes and programs, is shown with the purpose of increasing the practical component of studying the discipline and the possibility to simulate the schemes or programs studied or developed independently in time free from compulsory studies. Since the use of Multisim in the training process contributes to improving the quality of education and the development of the necessary professional and information competencies, it is recommended that it be used to develop a distance learning course.*

**Key words:** *program, editor of schemes, teaching discipline, modeling, teaching process, quality of education, distance learning.*

## ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА NI MULTISIM ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ «МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА»

**О. В. Найденко**

*Одеський національний політехнічний університет*

**Анотація.** *Розглядається ефективність застосування програмного середовища NI Multisim при вивченні дисципліни «Мікропроцесорна техніка». Наводяться прикладивикористання в навчально-методичному комплексі: презентаціях до лекцій, демонстраційних схемах для лабораторні-ного практикуму, комплексних лабораторних роботах при вивченні суміжних дисциплін. Рекомендуювали використання NI Multisim в самостійній роботі студентів і при дистанційномунавчання.*

**Ключові слова:** *програма, редактор схем, навчальна дисципліна, моделювання, навчальний процес, якість освіти, дистанційне навчання.*

Получено 15.04.2017



**Найденко Елена Валерьевна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электромеханических систем с компьютерным управлением Одесского национального политехнического университета. Просп. Шевченко, 1, Одесса, Украина, E-mail: alena2808@ukr.net, тел. +38-048-705-84-67

**Elena Naydenko**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of electromechanical systems, computer-controlled, Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine

**ORCID ID:** 0000-0001-5684-5617