

с результатами стимуляционной ЭНМГ нервов нижних конечностей, что делает возможным объективную диагностику диабетической ПНП при сочетании неврологического осмотра, анкетирования и инструментальных методов обследования пациентов с СД 1 типа.

Литература

1. Министерство здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by/ru/sobytiya/vsemirnyy-den-borby-s-diabetom/>. – Дата доступа: 26.01.2024.
2. Аметов А.С. Сахарный диабет 2 типа: проблемы и решения. – 2-е изд. – Москва: «ГЭОТАР-Медиа», 2014. – С. 597–620.
3. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К. и др. Эпидемиологические характеристики сахарного диабета в Российской Федерации: клинко-статистический анализ по данным Федерального регистра сахарного диабета на 01.01.2021 // Сахарный диабет. – 2021. – Т. 24. – №3. – С. 204–221.
4. Храмылин В.Н., Завьялов А.Н, Демидова И.Ю. Диагностика и лечение ранних стадий диабетической полинейропатии // Медицинский совет. – 2020. – № 7. – С. 56–65.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИМУЛЯТОРА ARDUINO НА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ОСНОВАМ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Лукашик Е. Я., Клинецвич С. И., Демяшкевич И. А.

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Введение. Arduino Uno – одна из самых популярных в настоящее время микроконтроллерных плат, поддерживаемая большим сообществом разработчиков. Стоимость и простота использования делают платы Arduino привлекательным вариантом для создания простых электронных проектов своими руками. Плата Arduino Uno является основной для изучения на факультативных занятиях дисциплины «Основы программируемой электроники» [1, 2]. На начальном этапе изучения программируемой электроники студентами-медиками как начинающими пользователями платформы Arduino есть высокая вероятность «сжечь плату», поэтому необходимо использовать электронный симулятор. Симуляторы используются для ускорения процесса написания и отладки кодов программ, поскольку в этом случае нам не требуется никакого оборудования и не нужно осуществлять никаких физических подключений для тестирования работы наших

программ. Кроме того, симулятор упрощает процесс отладки как для программных, так и для аппаратных ошибок.

Цель – разработать методику использования симулятора Arduino при изучении программирования на факультативных занятиях по основам программируемой электроники для студентов первого курса медицинского университета.

Методы исследования. Для достижения поставленной цели необходимо приложение UnoArduSim – это симулятор Arduino, который позволяет выполнять отладку кода в реальном времени на платах Arduino Uno и Arduino Mega. Данный симулятор используется для компиляции и тестирования кодов и имеет возможность выбрать до 24 устройств ввода-вывода. Он поддерживает все элементы родного языка Arduino. Симулятор UnoArduSim был разработан профессором Симмонсом из Королевского университета (Queen's University), расположенного в г. Онтарио, Канада. Графический симулятор был разработан им для того, чтобы позволить студентам тестировать свои коды программ для роботов, не используя какого-либо дополнительного оборудования.

Симулятор UnoArduSim имеет интерактивный и интуитивный пользовательский интерфейс, который разделен на три части: панель кода, панель переменных и панель лабораторного стенда. Помимо этих трех панелей есть также строка меню, содержащая все опции меню, и панель инструментов, содержащая значок для быстрых действий.

Панель кода содержит код программы, который можно использовать для мониторинга процесса выполнения программы. Она также выделяет найденные ошибки в коде программы красным цветом. Двойной щелчок на панели кода открывает окно «Редактирования/просмотра (Edit/View)», в котором можно изменить код программы. У данного окна есть полезная функция, которая позволяет удобно выбирать встроенные вызовы функций (или встроенные константы '#define') для включения в ваш код из предоставленного списка. Также есть возможность автоматически добавлять точку с запятой или выделять цветом нужные функции.

Панель переменных расположена под панелью кода в нижней левой части экрана и содержит текущие значения для каждого пользователя. В этом окне также отображаются значения переменных во время выполнения программы.

На панели лабораторного стенда отображается выбранная плата Arduino, то есть Uno или Mega. Она также содержит различные периферийные устройства, которые можно выбрать с помощью опции Configure. Среди периферийных устройств есть потенциометры, светодиоды, пьезодинамики, двигатели: коллекторный, шаговый, серво, индикаторы: символьный, графический и др. Микроконтроллер на панели лабораторного

стенда ведет себя точно так же, как и настоящая плата. Все устройства ввода-вывода и обе платы Arduino, то есть «Uno» и «Mega», очень точно смоделированы. Электрическая модель компонентов хорошо подходит для анализа поведения вашей программы, используемые электрические контакты при тестировании работы программы помечаются. Например, при сбросе платы мигает соответствующий светодиод.

Панель лабораторного стенда также позволяет наблюдать форму сигнала на каждом контакте ввода-вывода во время выполнения программы. Для этого необходимо выбрать контакты (до 4 контактов), на которых вы хотите посмотреть форму сигнала (осциллограмму).

Результаты и их обсуждение. На симуляторе удобно отрабатывать встроенные примеры из среды разработки и программирования Arduino IDE: папки basics, digital, analog и др. На первом этапе детально разбирается базовый пример скетча Blink – мигания светодиодом, а также скетчи с использованием цифровых и аналоговых пинов микроконтроллера. Все эти примеры сопровождаются скринкастами работы с симулятором. Программное приложение UnoArduSim, скетчи, схемы подключения периферийных устройств, скринкасты находятся в отдельной книге электронного комплекса факультатива «Основы программируемой электроники» платформы Moodle университета. Такой подход позволяет быстро освоить принципы работы с симулятором как в виде аудиторных, так и внеаудиторных занятий.

Выводы. Использование симулятора в рамках изучения факультативной дисциплины позволяет более эффективно организовать процесс изучения программной и аппаратной части платформы Arduino. Знакомство студентов с принципами и методами разработки, конструирования и программирования электронных устройств способствует повышению мотивации к изучению физики, информатики, медицинской техники, а также содействует творческому развитию.

Литература

1. Лукашик Е.Я. Использование платформы ARDUINO для изучения принципа работы параметрических датчиков // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения профессора Борисюка М.В., 17 февраля 2022 г. – Гродно, 2022. – С. 160–161
2. Лукашик Е.Я., Клинецвич Е.Я. Реализация цифровых технологий в лабораторном практикуме по медицинской и биологической физике с использованием микроконтроллеров // Актуальные проблемы медицины: сборник материалов итоговой научно-практической конференции (27 января 2022 г.). – Гродно, 2022. – С. 181–183.