

МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТРОЇВ

проф., д.т.н. Семенець В.В., доц., к.т.н. Свид І.В.,
доц., к.т.н. Зубков О.В., доц., к.т.н. Воргуль О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра мікропроцесорних технологій і систем,
E-mail: iryna.svyd@nure.ua

Abstract. The features of the development and implementation of the educational component regarding the design of devices are considered, taking into account the requirements of modern technical education, business and international experience.

Вступ. Навчання студентів на кафедрі мікропроцесорних технологій і систем (МТС) Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ) розпочато з 2018-2019 навчального року. Головне завдання фундаментальної кафедри МТС - посилення якості підготовки професійних інженерних кадрів відповідно до міжнародних стандартів в області мікропроцесорних технологій і систем [1-6].

Навчальна програма з дисципліни «Проектування пристроїв на мікроконтролерах і ПЛІС» розроблена в тісній співпраці з колегами з University of Limoges (France), Lublin University of Technology (Poland) and Istanbul Technical University (Turkey). При розробці навчальної програми були враховані кращі міжнародні навчальні практики.

У сучасному суспільстві приділяється велика увага якісній підготовці технічних фахівців, як складової науково-технічного прогресу. Науково-педагогічні працівники ХНУРЕ відповідно до місії і основним напрямком університету приділяють достатню увагу розвитку і впровадженню новітніх технологій в технічну освіту [1-6].

Основна частина. При розробці навчальної програми з дисципліни «Проектування пристроїв на мікроконтролерах і ПЛІС» враховувалися кращі міжнародні практики університетів-партнерів, побажання бізнесу, науково-педагогічний досвід викладачів університету: максимальна практична складова; рішення блокових послідовних практичних завдань; розподіл дисципліни на зв'язані логічні модулі; навчання на сучасному обладнанні; використання новітніх технологій і так далі.

Дисципліна «Проектування пристроїв на мікроконтролерах і ПЛІС» викладається в циклі загальної і спеціальної професійної підготовки для студентів першого (бакалаврської) рівня вищої освіти факультетів: автоматики і комп'ютеризованих технологій; інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації; інфокомунікацій; електронної та біомедичної інженерії. Дисципліну вивчають студенти наступних спеціальностей: 125 Кібербезпека; 151 Автоматизація та

комп'ютерно-інтегровані технології; 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка; 163 Біомедицинська інженерія 171 Електроніка; 172 Телекомунікації та радіотехніка; 173 Авіоніка.

Матеріали дисципліни «Проектування пристроїв на мікроконтролерах і ПЛІС» обсягом 10 кредитів ECTS розділений на три модуля: Моделювання цифрових сигналів засобами MATLAB і VHDL (2 ECTS); Мікроконтролери (4 ECTS); Програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС) (4 ECTS). При розподілі аудиторних годин між видами занять особлива увага приділена практичній спрямованості дисципліни. Тому 75% навчального часу спрямовані на лабораторний практикум, а 25% часу займають лекційні заняття.

Вивчення кожного модуля дисципліни розраховано на один семестр. Кожен модуль включає лекційні та практичні заняття. У кожному модулі по дев'ять лабораторних робіт. Лабораторні роботи першого модуля виконуються по дві академічні години, а роботи другого і третього модулів виконуються по чотири академічні години.

1. Моделювання цифрових сигналів засобами MATLAB і VHDL. Даний модуль спрямований на вивчення математичних основ цифрової обробки сигналів і освоєння основних алгоритмів, що застосовуються для аналізу і синтезу пристроїв цифрової фільтрації сигналів. Лабораторний практикум виконується за допомогою програмного забезпечення MatLab [7, 8]. Матеріали модуля націлені на отримання студентом наступних умінь: розраховувати спектральні, тимчасові і кореляційні характеристики дискретних сигналів, знаходити їх Z-зображення; визначати системну функцію цифрових фільтрів; розраховувати тимчасові і частотні характеристики цифрових фільтрів; моделювати структурні схеми цифрових фільтрів в прямій, канонічній, каскадній і паралельній формах; синтезувати фільтри з нескінченної і кінцевої імпульсними характеристиками.

При виконанні лабораторного практикуму моделюється: дискретний сигнал; лінійна дискретна система; дискретне перетворення Фур'є; синтез КІХ фільтрів віконним методом; синтез КІХ фільтрів методом найкращої рівномірної апроксимації; синтез БІХ фільтрів методом білінійного z-перетворення; синтез КІХ і БІХ фільтрів засобами FDATool і FilterBuilder по використанню VHDL опису фільтру.

2. Мікроконтролери. Даний модуль спрямований на вивчення програмування сучасних мікропроцесорів STM32F407VGT виробництва фірми ST мовою C++, внутрісхемного налагодження програмного забезпечення мікропроцесорів [9]. Значна увага приділяється вивченню мови програмування, роботі з програмними пакетами IAR Embedded Workbench for ARM і STM32CubeMX, для написання і налагодження програм, застосування мікроконтролерів в цифрових пристроях передачі та обробки інформації. Лабораторний практикум виконується на макетах

STM32F4 DISCOVERY за допомогою програмного забезпечення MatLab, STM32CubeMX, IAR Embedded Workbench for ARM v8.3 Kikstart. Матеріали модуля націлені на отримання здобувачем наступних умінь: розробляти принципові схеми і писати програмне забезпечення для таких пристроїв як: контролер клавіатури, генератор ШІМ і аналогових сигналів, вимірник показань аналогових датчиків, пристрій цифрової фільтрації сигналів, пристрій обміну даними через інтерфейс UART, пристрій управління графічним дисплеєм і т.д.; налагоджувати програмне забезпечення з використанням пакетів симуляції STM32CubeMX і IAR Embedded Workbench for ARM; запрограмувати процесор.

Виконання лабораторного практикуму передбачає вивчення: архітектури і принципів роботи портів введення-виведення процесора stm32f407vgt; програмування таймерів-лічильників; програмування вбудованого цифро-аналогового перетворювача; програмування вбудованого аналого-цифрового перетворювача; цифровий фільтрації аналогового сигналу; програмування вбудованого асинхронного інтерфейсу uart; зберігання даних у внутрішній flash пам'яті процесора; управління lcd індикатором ili9328 через вбудований інтерфейс fsmc; розробки графічних вікон для індикатором ili9328.

3. ПЛІС. Даний модуль спрямований на вивчення архітектури і програмування сучасних програмованих логічних інтегральних схем сімейства Artix-7 FPGA виробництва фірми Xilinx, мови проектування цифрових пристроїв VHDL і методів і засобів налагодження за допомогою комплексу програмних засобів САПР Vivado; використання ПЛІС для розробки пристроїв цифрової обробки сигналів. Лабораторний практикум виконується на макетах Artix-7 FPGA Xilinx за допомогою САПР Vivado Hx Design Suite 2018.2, MatLab [10-13]. Матеріали модуля націлені на отримання здобувачем наступних умінь: вирішувати на апаратно-програмному рівні завдання побудови спеціалізованих технічних засобів; створювати моделі цифрових систем на різних рівнях опису: абстрактному, схематичному і програмному; освоїти методи декомпозиції системи, реалізуються апаратно програмно; реалізовувати опис логіки (програму) середньої складності на мові VHDL; розробляти вбудовані мікропроцесорні системи на основі ПЛІС.

Виконання лабораторних робіт передбачає вивчення: логічної обробки вхідних сигналів; управління 7-сегментним індикатором; формування періодичної послідовності імпульсів; формування ШІМ-сигналу; формування синусоїдального аналогового сигналу; управління аналого-цифровим перетворювачем; аналого-цифрового і цифро-аналогового перетворень.

До початку занять всі навчальні матеріали дисципліни розміщуються на сайті dl.nure.ua, який реалізує електронну освітнє середовище Moodle. Кожен студент курсу отримує доступ до курсу. Така система дозволяє

студентам більш раціонально планувати навчальний час і завчасно готуватися до занять. Також при вивченні дисципліни студенти мають можливість брати участь в наукових дослідженнях кафедри МТС.

На дисципліні реалізовано накопичувальну систему балів, яка враховує: відвідування занять, звіти з лабораторних робіт, тести; також, як додаткові бали, враховується наукова робота студентів.

В ході виконання лабораторних робіт студенти отримують велику кількість графіків, скрінів етапів моделювання та верифікації, програмних кодів, фотографії роботи плати тощо. Всі оформлені звіти студенти здають виключно в електронному вигляді.

Така система роботи на дисципліні була введена при первісному створенні дисципліни.

Висновки. Дисципліна «Проектування пристроїв на мікроконтролерах і ПЛІС» відповідає сучасним тенденціям суспільства з підготовки висококваліфікованих технічних фахівців в області мікропроцесорних систем і технологій. Також вносить великий вклад в формування фахівців напрямків вбудованих систем, IoT і PoT. Запропоноване розподіл видів занять на дисципліні дозволяє найкращим чином забезпечити практичну спрямованість підготовки фахівців. Планується в подальшому на лабораторному практикумі реалізувати систему спільної роботи студентів над проектами і можливість віддаленого доступу до апаратних платформ.

Список використаних джерел.

1. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

2. Oleksandr Vorgul, Iryna Svyd, Oleg Zubkov, Valerii Semenets. Teaching microcontrollers and FPGAs in Quarantine from Coronavirus: Challenges and Prospects. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 14-17. doi: 10.35598/mcfpga.2020.005

3. Valerii Semenets, Liliia Saikivska, Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev. Trends in Training Modern Technicians. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA-2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 35-36. DOI: 10.35598/mcfpga.2019.013

4. В.В. Семенец, И.В. Свид, Л.Ф. Сайковская. Методика повышения качества подготовки технических специалистов. // Высшее техническое

образование: проблемы и пути развития: IX Междунар. науч.-метод. конф. (Минск, 1-2 ноября 2018 года). – Минск: БГУИР, 2018. – С. 415-416.

5. В.С. Чумак, И.В. Свид. Современные тенденции подготовки технических специалистов. // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XI Міжнародної науково-методичної конференції, 13–14 листопада 2019 року, м. Краматорськ – Краматорськ : ДДМА, 2019. – С. 245-247.

6. В.В. Семенець, В.Г. Кобзев, В.О. Філатов. Компоненти інформаційної системи моніторингу якості освіти у Харківському національному університеті радіоелектроніки. // Матеріали 7-ї Міжн. наук.-техн. конф. Інформаційні системи та технології (ІСТ-2018), 10-15.09.2018 р., Харків-Коблеве. – Х. : ХНУРЕ, 2018. – С. 51-54.

7. Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов в зеркале Matlab. Учебное пособие – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 560 с.

8. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Проектування пристроїв на мікроконтролерах і ПЛІС. Моделювання цифрових сигналів засобами Matlab і VHDL» для студентів усіх форм навчання спеціальностей: 125 – «Кібербезпека» (СТЗІ), 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка», 163 – «Біомедична інженерія», 171 – «Електроніка», 172 – «Телекомунікації та радіотехніка», 173 – «Авіоніка» / [Електронний ресурс] Упоряд.: І.В. Свид, І.І. Обод, О.В. Воргуль, Л.Ф. Сайківська, О.В. Зубков. – Електронне видання. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 75 с.

9. G. Brown. Discovering the STM32 Microcontroller. USA, 2016. – 244 p.

10. Соловьев В.В. Архитектуры ПЛИС фирмы XILINX: CPLD и FPGA 7-й серии. – Москва: Горячая линия - Телеком, 2016. – 392 с.

11. Artix-7 FPGAs Data Sheet:DC and AC Switching Characteristics. Product Specification. DS181 (v1.25) June 18, 2018, Xilinx.com, 2018. Available: https://www.xilinx.com/support/documentation/data_sheets/ds181_Artix_7_Data_Sheet.pdf.

12. О.Г. Аврунін, Т.В. Носова, В.В. Семенець. Основи мови VHDL для проектування цифрових пристроїв на ПЛІС: навч. пос. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 196 с.

13. Семенец В. В. Проектирование цифровых систем с использованием языка VHDL : учеб. пособие / В. В. Семенец, И. В. Хаханова, В. И. Хаханов. – Харьков : ХНУРЭ, 2003. – 492 с.