

УДК 004.383.3:378.147.88.227.16

КОМПЛЕКС ТЕХНІЧНИХ ТА ВІРТУАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

А. Л. Перекрест, Г. О. Гаврилець

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: galgv@bk.ru

Обґрунтовано актуальність розробки комп'ютеризованої навчальної системи для вивчення методів цифрової обробки сигналів із використанням комплексу технічних і віртуальних засобів. Розроблено структуру навчальної системи та сформульовано основні вимоги до її складових. Показано призначення, функції та спосіб реалізації віртуальних засобів. Наведено перелік віртуальних приладів, що забезпечують вивчення базових процедур цифрової обробки сигналів. Описано технічні засоби, що є основою фізичного лабораторного стенду для вивчення методів ЦОС.

Ключові слова: цифрова обробка сигналів, віртуальний прилад, цифровий сигнальний процесор.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Знання основ цифрової обробки сигналів на сьогодні є необхідним не лише у радіотехніці та електроніці, а й у інших сферах, що використовують сучасні інформаційні технології. Затребуваними на ринку праці є фахівці із запровадження апаратних платформ систем мобільних комунікацій, зв'язку, цифрової передачі даних, обробки зображень з високою роздільною здатністю, вбудованих систем керування, засобами апаратної реалізації яких є цифро-аналогові мікросхеми АЦП та ЦАП, цифрові сигнальні мікропроцесори (ЦСП, DSP – англ. Digital signal processor), програмовані логічні матриці та інші електронні компоненти. Тому дисципліни, присвячені цифровій обробці сигналів, входять до навчальних планів багатьох інженерно-технічних спеціальностей.

Ефективне засвоєння методів ЦОС передбачає отримання як теоретичних, так і практичних навичок, таких як моделювання, експериментальне дослідження та програмування пристроїв, що виконують алгоритми ЦОС [1–6].

Значні досягнення у розвитку мікропроцесорів та їх доступність обумовили появу великої кількості навчальної та наукової літератури з широкою тематикою, що охоплює як базові теоретичні основи дискретних систем, так і перспективні прикладні напрями [1, 2]. Доступною є значна кількість методичних розробок, орієнтованих на сучасні програмні засоби математичних розрахунків, моделювання та автоматизованого проектування: MathCad, MatLab, LabVIEW, SystemView, ADS/Ptolemy, Filter-Solutions та ін. [3–5].

Слід відмітити, що комплексне розв'язання типової задачі ЦОС, включаючи аналітичний опис, складання алгоритму, моделювання, апаратно-програмну реалізацію та отримання результатів, дає змогу повною мірою забезпечити розуміння як задачі у цілому, так і вище перелічених її складових. Таким чином, студент усвідомлює взаємозв'язок між дисциплінами аналітичного, схемотехнічного та програмного спрямування, що позитивно впливає на його професійні якості.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Зважаючи на актуальність використання у навчальному процесі комплексу технічних та віртуальних

засобів, сформулюємо структуру комп'ютеризованої навчальної системи та основні вимоги до її складових. Структурно КНС, що представлена на рис. 1, складається з трьох модулів: довідникового, формування практичних навичок та тестування, які є поєднують віртуальні та технічні засоби у запропонованому підході до вивчення методів ЦОС.

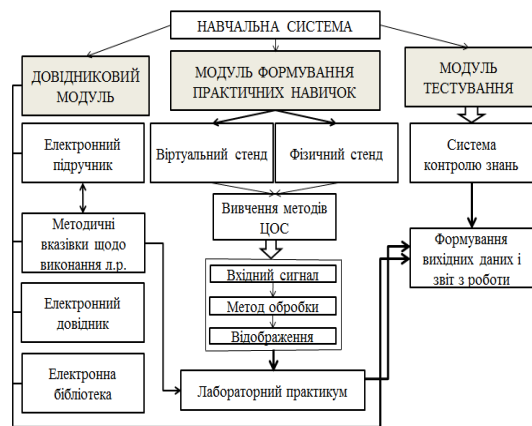


Рисунок 1 – Структурна схема комп'ютеризованої навчальної системи

Віртуальні засоби, що входять до складу системи, повинні являти собою закінчені програмні продукти у вигляді виконуваних ехе-файлів та забезпечувати:

- чітке і послідовне подання теоретичної інформації з виділенням окремих розділів, тем, пунктів та поділом за видами занять;
- доступ до додаткової літератури у вигляді електронних копій підручників;
- користування контекстною підказкою або перехід до довідника;
- самоконтроль по закінченню вивчення тем та розділів у вигляді контрольних питань та тестів;

До віртуальних засобів розробленої навчальної системи входять:

- 1) довідниковий модуль, розроблений у програмі SunRav BookEditor, що містить усі необхідні теоретичні відомості та методичні вказівки за видами занять (рис. 2);

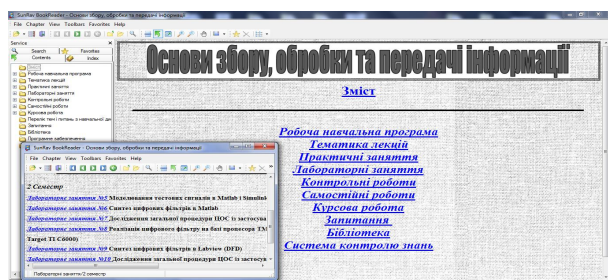


Рисунок 2 – Вікно довідникового модуля

2) модуль формування практичних навичок, що являє собою набір віртуальних приладів, розроблених у програмному середовищі LabVIEW: форми представлення та параметри сигналів; апроксимація та інтерполяція дискретних сигналів; алгоритми цифрового згладжування сигналів; спектральний аналіз; фільтрація спектру сигналу; цифрова фільтрація; адаптивна цифрова фільтрація, які детально описані у [6]. Кожен файл – це інтерактивна програма, що дозволяє задавати і змінювати параметри під час роботи та аналізувати отримані результати (рис. 3). Також передбачені функції звертання до довідника та теоретичного матеріалу;

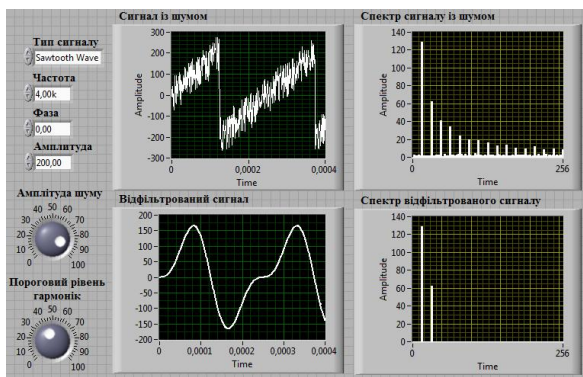


Рисунок 3 – Вікно ВП «Фільтрація спектру сигналу»

3) модуль тестування розроблений у програмі SunRay TestOfficePro та включає тестові завдання за видами занять як теоретичного, так і практичного змісту.

До технічних засобів ЦОС відносяться спеціалізовані пристрої, побудовані на основі цифрових сигнальних процесорів, а також пристрої генерування та відображення сигналів. При цьому вибір типу сигнального процесора визначається сукупністю вимог до загальної архітектури системи та складністю задач, що вирішуються за її допомогою.

Серед виробників процесорів цифрової обробки сигналів лідерами на ринку є компанії Texas Instruments Inc, Motorola, Intel, Analog Devices. Відмітимо, що програмування ЦСП виконується на мовах високого рівня, наприклад на мові C, є достатньо складним та громіздким, а також вимагає поглиблених знань архітектури та команд процесора, що є суттєвим недоліком та перешкодою на шляху до їх широкого використання. Із зростанням функ-

ціональності та складності розроблюваних систем та у зв'язку із різним рівнем підготовки розробників доцільним є використання комплектів засобів розробки – Software development kit (SDK) на базі ЦСП.

З огляду на особливості математичних, апаратних та програмних засобів для вивчення та реалізації методів цифрової обробки сигналів в рамках навчального процесу, сформульовані основні вимоги до лабораторного обладнання:

- використання спеціалізованих налагоджувальних комплектів на базі ЦСП, з різними периферійними пристроями;
- наочність досліджуваних процедур;
- можливість збереження результатів роботи.

Фізичний лабораторний стенд (рис. 4) побудовано на базі ПК та плати Texas Instruments DSK6713 Starter Kit». Для формування та відображення сигналів використовуються генератор сигналів Matrix та осцилограф OWON.

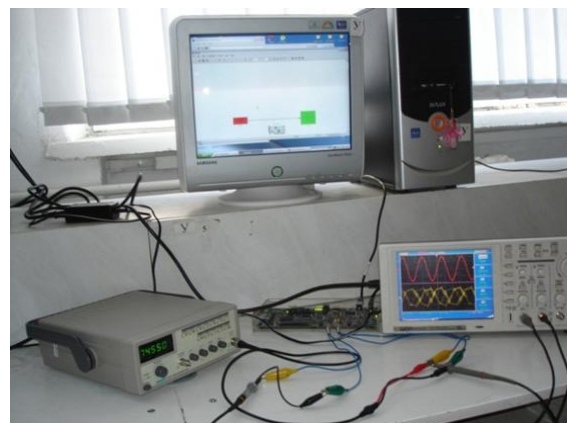


Рисунок 4 – Зовнішній вигляд лабораторного стенду для вивчення методів ЦОС

Робота зі стендом включає в себе два етапи: збір апаратної частини та розробку і завантаження у ЦСП програмних кодів. Усі роботи виконуються відповідно до методичних вказівок, що розміщені у довідниковому модулі, та після опрацювання теоретичного матеріалу і роботи з віртуальними приладами.

ВИСНОВКИ. З огляду на збільшення частки самостійної роботи при підготовці студентів актуальним є створення комп'ютеризованих навчальних систем для окремих дисциплін або тематичних напрямів. Поєднання віртуальних та технічних засобів дає змогу підвищити розуміння математичних медів, що вивчаються.

Розроблена КНС охоплює теоретичні питання та практичну реалізацію базових методів цифрової обробки сигналів та орієнтована на аудиторну та самостійну роботу студентів під час вивчення дисципліни «Основи збору, передачі та обробки інформації», а також при виконанні курсових та дипломних робіт за напрямом «Системна інженерія».

ЛІТЕРАТУРА

1. Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М. Основы цифровой обработки сигналов: курс лекций. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 768 с.

2. Айфичер Э.С. Цифровая обработка сигналов: практический. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 992 с.

3. Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB. – СПб.: БХВ Петербург, 2008. – 816 с.

4. Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учебн. пособие.

– М.: ДМК Пресс, 2007. – 456 с.

5. Ким Н. Цифровая обработка сигналов на системном уровне с использованием LabVIEW / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Додэка–XXI», 2007. – 304 с

6. Перекрест А.Л., Чорний О.П., Гаврилець Г.О. Практикум з вивчення методів цифрової обробки сигналів у прикладних програмних пакетах: навч. посібник – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2015. – 145 с.

COMPLEX OF VIRTUAL AND TECHNICAL DEVICE FOR STUDY METHODS DIGITAL SIGNAL PROCESSING

A. Perekrest, H. Havrylets

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: galgv@bk.ru

The urgency of developing a computerized learning system to explore methods of digital signal processing using the complex of technical and virtual tools is proved. The structure of the on-valino system on the basic requirements to its components is formulated. The purpose, function and implementation method of virtual funds is shown. The list of virtual devices that provide the study of basic procedures of digital signal processing is analysed. Technical means, which is the physical basis of the laboratory stand for studying of DSP methods is described.

Key words: digital signal processing, virtual instrument, digital signal processor.

REFERENCES

1. Solonina, A.I., Ulahovich, D.A. and Arbu-zov, S.M. (2005), *Osnovy tsifrovoy obrabotki signalov* [Fundamentals of digital signal processing], BHV-Peterburg, St. Petersburg. (in Russian)

2. Ajficher, Je.S. (2004), *Cifrovaja obrabotka signalov: prakticheskij pohod* [Digital Signal Processing: A Practical hike], Izdatel'skij dom «Vil'jams», Moscow. (in Russian)

3. Solonina, A.I. (2008), *Cifrovaja obrabotka signalov. Modelirovanie v MATLAB* [Digital signal processing. Modeling in MATLAB], BHV Peterburg, St. Petersburg. (in Russian)

4. Fedosov, V.P. and Nesterenko, A.K. (2007),

Cifrovaja obrabotka signalov v LabVIEW [Digital Signal Processing in LabVIEW], DMK Press, Moscow. (in Russian)

5. Kim, N. (2007), *Cifrovaja obrabotka signalov na sistemnom urovne s ispol'zovaniem LabVIEW* [Digital signal processing system-level using LabVIEW], Izdatelskiy dom «Dodjeka–HHI», Moscow. (in Russian)

6. Perekrest, A.L., Chorniy, O.P. and Gavrilets, G.O. (2015), *Praktikum z vivchennya metodiv tsifrovoi obrabotki signaliv u prikladnikh programnikh paketakh* [Workshop on study of methods of digital processing of signals in the application software packages], PP Shcherbatikh O.V., Kremenchuk. (in Ukrainian)

Перекрест Андрій Леонідович,

к.техн.н, доцент кафедри «Системи автоматичного управління та електропривод», Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна
Тел.: +38(05366) 3-11-47
E-mail: wey77@mail.ru



Perekrest Andriy Leonidovych,

Cand. Sc. (Eng), Assoc. Prof., Associate Professor of Automatic Control Systems and Electric Drive Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine
Tel.: +38(05366) 3-11-47
E-mail: wey77@mail.ru

Гаврилець Галина Олегівна,

асист. кафедри «Системи автоматичного управління та електропривод», Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна
Тел.: +38(05366) 3-11-47
E-mail: galgv@bk.ru



Havrylets Halyna Olehivna,

Assistant of Automatic Control Systems and Electric Drive Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine
Tel. +38(05366) 3-11-47.
E-mail: galgv@bk.ru