

УДК 37.031.4

Луценко Галина Василівна

кандидат фізико-математичних наук, доцент

доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси, Україна

ORCID ID 0000-0002-9727-7836

LutsenkoG@gmail.com

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ NATIONAL INSTRUMENTS У НАВЧАННІ ОСНОВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ СТУДЕНТІВ-ІНЖЕНЕРІВ

Анотація. У статті розглянуто можливості організації навчальної роботи студентів інженерної спеціальності «151. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» у вивченні дисципліни «Системи проектування, ідентифікації та моделювання» з використанням спеціалізованого програмного забезпечення компанії National Instruments. Описано приклад використання задач ідентифікації об'єктів автоматизації як проблемного завдання, що розв'язується студентами під час написання курсових робіт. Розглянуто особливості роботи з програмними засобами NI System Identification Assistant та NI LabVIEW. Детально описано виконання процедури параметричної ідентифікації в NI System Identification Assistant, для даних, отриманих з використанням віртуальних вимірювальних пристроїв NI.

Ключові слова: інженерна освіта; проблемно/проектно орієнтоване навчання; робоче місце студента; ідентифікація; NI LabVIEW; NI System Identification Assistant.

1. ВСТУП

Уміння використовувати сучасне програмне забезпечення для розв'язання інженерних задач є важливим елементом професійної підготовки майбутніх інженерів. В умовах, коли програмні й апаратні розробки прикладного і навчального призначення постійно змінюються, оновлення освітніх програм, у частині відповідних дисциплін і видів навчальної діяльності теж має носити постійний характер. Як зазначено в [1], для успішної професійної реалізації сучасні інженери мають володіти ґрунтовними теоретичними і практичними знаннями й навичками, а також усвідомлювати відповідальність перед суспільством й активно розробляти і використовувати інноваційні підходи у власній професійній діяльності. Відповідно, формування широкого спектру фахових компетентностей майбутніх інженерів, серед яких здатність застосовувати отримані знання в практичних ситуаціях, раціонально обираючи методи розв'язання інженерних задач і відповідне програмне забезпечення, є надзвичайно актуальним завданням для сучасної системи вищої інженерної освіти. Розв'язання такого завдання має здійснюватися відповідно до стандартів і рекомендацій Європейського простору вищої освіти (ЕНЕА) [2], які передбачають, зокрема, належне забезпечення студентів адекватними і легкодоступними навчальними ресурсами. Створення умов доступу до якісного навчального устаткування й ІТ-інфраструктури сприяє активізації мобільності студентів у межах і між системами вищої освіти, оскільки, навіть за умов відставання українських університетів у сенсі доступної матеріальної бази, студенти опануватимуть сучасні інженерні підходи, що дозволить їм легко адаптуватися в подальшому навчанні чи стажуванні у ВНЗ України та інших країн.

Серед програмного забезпечення інженерного і наукового призначення особливе місце посідають програмні продукти компанії National Instruments [3], що у разі

поєднання утворюють надзвичайно потужний комплекс, який дозволяє в єдиному циклі розробляти системи управління апаратними системами й обробляти отримані дані різними способами. Зазначимо, що набір програмних продуктів National Instruments включає середовище NI LabVIEW, за допомогою якого можна створювати власні програмні продукти, використовуючи спеціалізовану графічну мову програмування, а також, спеціалізовані модулі розширення, кожен з яких орієнтований на виконання певного класу задач – отримання й обробку графічних зображень, дослідження вібросигналів, ідентифікацію об'єктів автоматизації тощо. Компанія National Instruments активно співпрацює з навчальними закладами і професійними спілками інженерів по всьому світу. Отже, використання визнаного на світовому рівні програмного забезпечення є важливим елементом підготовки студентів інженерних спеціальностей, що сприяє розвитку академічної мобільності студентів, а також формує можливості для них брати участь у проектах і конкурсах студентських розробок, проходити академічне стажування в університетах різних країн.

На нашу думку, оновлення освітніх програм неможливе без урахування вимог, які є визначальними для ефективної інженерної діяльності. Як зазначено в [1], частина з таких вимог сформувалися в процесі становлення інженерної діяльності й інженерної освіти, не втрачаючи актуальності й протягом останніх років. Серед них – спрямованість інженерної діяльності на задоволення потреб і вимог суспільства; дотримання вимог щодо ефективності і рентабельності створюваних інженерних рішень; мультидисциплінарний підхід до пошуку рішень; необхідність організації роботи в команді, уміння спілкуватися, бути ефективним керівником та/або учасником команди. З іншого боку, існує низка факторів, поява яких була обумовлена сучасними соціально-економічними змінами. Узагальнюючи міркування, наведені в працях [1] та [4], виділимо серед них такі: стійкий розвиток; глобалізація, яка виражається в інтенсифікації міжнародної конкуренції, співпраці і зростанні мобільності інженерних кадрів; зростання значимості інноваційних рішень в інженерній практиці, що вимагає від інженерів бути креативними й ефективними у використанні ідей і технологій для створення нових об'єктів і послуг; виразна спрямованість на освіту впродовж життя, що потребує вміння самостійно організовувати власну навчальну діяльність; зростання ролі інноваційних IT орієнтованих навчальних підходів і їх активне впровадження.

Саме в контексті останніх вимог особливого значення набуває впровадження проблемно/проектно орієнтованого навчання як повноцінної складової освітньої програми інженерної підготовки. Використання проблемно/проектно орієнтованого навчання є важливою складовою дотримання сучасних тенденції між- та мультидисциплінарного навчання й формування фахових і загальних компетентностей, таких як, власне, проектування інженерних продуктів і систем, робота з інформацією, застосування знань у практичних ситуаціях, розробка й управління проектною діяльністю, здатність організовувати й управляти власним навчальним процесом, навички комунікації та роботи в групах тощо.

Мета статті. Метою нашої роботи є опис досвіду вирішення проблемного завдання, пов'язаного з програмною реалізацією процедури ідентифікації об'єктів автоматизації, що здійснювався із застосуванням програмного забезпечення компанії National Instruments; представлення основних завдань, що виникають наразі й опис створеного програмного забезпечення.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проблемно орієнтоване навчання є визнаним на світовому рівні студенто орієнтованим навчальним підходом, витоки якого у англійських джерелах датуються

кінцем 60-х років ХХ ст. Перший досвід системного застосування проблемно орієнтованого навчання саме в умовах вищих навчальних закладів пов'язується з підготовкою студентів медичних спеціальностей в Університеті МакМастера (Канада) у кінці 1960-х років. Модель, запропонована Г. Барроусом, ґрунтувалася на припущенні, що навчання шляхом занурення в проблемні ситуації є ефективнішим інструментом формування сукупності практичних знань і навичок, аніж навчання шляхом запам'ятовування. Згодом модель ПОН була запроваджена в університеті Роскілле (1972, Данія), Ольборгському університеті (1974, Данія) та університеті Маастрихта (1974, Нідерланди). В університетах Роскілле та Ольборгу проблемно орієнтоване навчання використовувалося вже в навчанні студентів різних спеціальностей, зокрема й інженерних [5]. В англійських джерелах для позначення понять «проблемно орієнтоване навчання – problem-based learning» і «проектно орієнтоване навчання – project-based learning» використовується однакова абревіатура – PBL. Як наголошується в [5], засади на яких ґрунтуються обидва підходи, є спорідненими, адже процес навчання організовується навколо проблеми, що виноситься на розв'язання студентів і стимулює їх до пошуку оптимальних стратегій розв'язання, а проектна діяльність обирається як спосіб організації роботи студентів.

Зазначимо, що у вітчизняних дослідженнях використовується, як правило, термін «проблемне навчання», різноманітні аспекти якого активно розглядалися та висвітлювалися у наукових публікаціях, починаючи з 60-х-70-х років ХХ ст. [6, 7]. Основою проблемного навчання вважається створення ситуацій для дослідницької діяльності студентів і розв'язання ними теоретичних і практичних проблем, що забезпечує активну взаємодію студента з проблемно представленим матеріалом.

Огляд робіт зазначеного періоду і їх внесок у розробку понятійного апарату проблемного навчання детально проаналізовано у [8]. Серед українських учених питаннями проблемного навчання, зокрема побудовою його категоріального апарату, визначення можливих типів проблемних завдань, вивченням ролі й місця проблемного навчання в освітньому процесі, займалися В. Паламарчук, І. Підласий, О. Резван та ін. У [6] звертається увага на той факт, що проблемне навчання є важливим аспектом професійної підготовки майбутніх фахівців, як це показано в працях Н. Ничкало, О. Киричука та ін.

З практичної точки зору, саме в контексті системи інженерної освіти, цікавим є досвід Сумського державного університету, спрямований на використання практико-орієнтованих технологій у підготовці майбутніх інженерів [9].

На даний час існує значна кількість освітніх програм для студентів інженерних спеціальностей, у яких проблемно/проектно орієнтоване навчання виступає як основоположний елемент, визначаючи структуру й наповнення навчальних планів [4]. До основних характеристик проблемно орієнтованого навчання належать такі [5].

1. Навчання є студенто орієнтованим.
2. Організація навчання здійснюється для невеликих груп студентів.
3. Викладач виступає в ролі консультанта (наставника) для групи студентів.
4. Відправною точкою процесу навчання є проблема.
5. Проблеми використовуються як інструмент для засвоєння необхідних знань та формування навичок розв'язання інженерних завдань.
6. Процес навчання самостійно спрямовується студентом.

Перевагами проблемно/проектно орієнтованого навчання є його гнучкість та різноманітність, що дозволяє по-різному втілювати його на практиці в різних навчальних закладах і національних системах освіти. Згадане різноманітність проблемно/проектно орієнтованого навчання відображається також в існуванні взаємно несуперечливих зв'язків з низкою теоретичних освітніх концепцій [10].

У статті [4] наголошується, що проблемно/проектно орієнтоване навчання може впроваджуватися як для окремих навчальних курсів, так і для освітньої програми в цілому. Упровадження в рамках окремого навчального курсу надає можливість поєднувати проекти з традиційними навчальними підходами, використовуючи, так зване, гібридне проблемно-орієнтоване навчання [10]. За таких умов, інтеграція проектно орієнтованих підходів може здійснюватися відповідно до поточного стану й особливостей діючої системи інженерної освіти.

Як зазначалося вище, проблема (чи, в нашому випадку, інженерне завдання) є відправною точкою проблемно/проектно орієнтованого навчання. Очевидно, що для різних спеціальностей, дисциплін, курсів, проблеми можуть бути представлені в різних форматах. Спільною рисою при цьому є вибір проблем, що відповідають професійному контексту й мають виразну практичну спрямованість [5]. Зважаючи, що проблема має стимулювати навчальну діяльність студентів, доцільно обирати проблеми, що є оригінальними, комплексними, автентичними, а їх розв'язок не є остаточним і відомим наперед (open-ended problems) [11].

Практична реалізація проблемно/проектно орієнтованого навчання неможлива без створення належних умов, які стимулюватимуть активне і практичне навчання студентів у процесі виконання поставлених завдань [12]. Такі умови мають включати приміщення, обладнання та засоби, що в сукупності формують робочий простір для інженерної діяльності. Очевидно, що за належного фінансування, робочий простір може бути створено шляхом переобладнання існуючих лабораторій і комп'ютерних класів. Однак, зважаючи на той факт, що оновлення саме апаратної частини потребує значних витрат, звернемо увагу на можливості, пов'язані з використанням в навчальному процесі сучасного програмного забезпечення. Багато провідних корпорацій, що спеціалізуються на розробці програмного забезпечення для наукових і інженерних завдань, надають вищим навчальним закладам пільгові умови для його придбання, а також, передбачають можливість встановлення демонстраційних версій програмних продуктів. Така політика дозволяє опановувати сучасне програмне забезпечення з належним дотриманням вимог до прав інтелектуальної власності.

Повертаючись до питання організації робочого простору студентів, звернемо увагу на особливості діяльності студентів в умовах такого простору визначені в [1]. До значимих переваг автори відносять наявність змішаного освітнього середовища, що дозволяє реалізувати процес планування, проектування, виготовлення та застосування інженерних об'єктів, процесів і систем різних рівнів складності в групі студентів чи індивідуально. Практичні аспекти використання цифрових вимірювальних комплексів та їх вплив на формування компетентностей студентів інженерних спеціальностей активно висвітлюються в низці праць українських дослідників протягом останніх років [13-15]. У роботі [16] стверджується, що використання програмних продуктів National Instruments у поєднанні із сучасною мікропроцесорною технікою у викладанні дисциплін професійного циклу, допомагає формувати теоретичні знання і розвивати практичні навички в різних сферах інженерної діяльності.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

До найпоширеніших завдань, що постають перед студентами інженерних спеціальностей, належить виконання математичного моделювання об'єктів, процесів та систем різного призначення. Створювані математичні моделі використовуються для вивчення явищ і процесів або для прогнозування їх функціонування.

Ідентифікація систем – це метод побудови математичних моделей динамічних систем, що широко використовується для різних сфер діяльності, серед яких механіка,

біологія, метеорологія, економіка та проектування систем управління. Створення систем управління засобами моделювання повсякчас включає ідентифікацію моделей установок, аналіз та синтез контролерів.

Для студентів інженерної спеціальності "151. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького навчальний план передбачає вивчення дисципліни «Системи проектування, ідентифікації та моделювання». Матеріал даної дисципліни включає вивчення основних методів і принципів ідентифікації та побудови математичних моделей об'єктів автоматизації. Вивчення дисципліни «Системи проектування, ідентифікації та моделювання» відбувається на 4 курсі та передбачає виконання курсової роботи з метою максимально широкого охоплення як теоретичних питань, так і питань, що мають практичну спрямованість.

Навчання дисципліни «Системи проектування, ідентифікації і моделювання» ґрунтується на поєднанні опанування теоретичного матеріалу й обов'язковому розгляді широкого спектру ситуацій практичного застосування задач ідентифікації. Зазначимо також, що дисципліна «Системи проектування, ідентифікації та моделювання» має розгалужені міждисциплінарні зв'язки, формуючи в студентів необхідність звертатися до матеріалу, вивченого раніше. Так, завдання аналізу статистичних характеристик об'єкта за даними пасивного експерименту включає визначення статистичних характеристик (середнього, медіани, дисперсії, середньоквадратичного відхилення), побудову гістограм, обчислення коефіцієнтів кореляції й оцінку гіпотез про стаціонарність та нормальність законів розподілу з використанням t-критерію, критерію χ^2 тощо. Інформація, що потрібна для виконання таких завдань, вивчається студентами в курсі «Теорія ймовірностей та випадкові процеси» у 5 семестрі.

У контексті вибору типу проблемного завдання зазначимо, що типові завдання, яке виноситься на опрацювання студентам, вимагає вирішення задачі ідентифікації певного технологічного процесу та включає аналіз статистичних характеристик досліджуваного об'єкта, обрання структури статичної моделі об'єкта та її побудову, а також побудову динамічних моделей досліджуваного об'єкта за даними пасивного експерименту.

Окремим завданням, реалізація якого можлива лише за умов належного оснащення, є створення системи збору даних про досліджуваний об'єкт. Мова йде про розробку вимірювальних апаратно-програмних комплексів, основними елементами яких є датчики різного призначення, програмовані плати (Arduino) та ПК (для нашого випадку з установленим LabVIEW). У результаті вимірювання формується неімітований масив даних, обробка якого і є завданням курсової роботи. Для виконання розробки апаратної частини, студенти звертаються до матеріалу, що вивчається в курсі «Електроніка та мікропроцесорна техніка» протягом 5-7 семестрів.

Перевагою використання в навчальній діяльності програмних і апаратних продуктів, що пропонуються компанією National Instruments [3], є можливість в єдиному циклі створювати програмно-апаратні комплекси з використанням розвинутої системи модулів розширення, пристроїв збору даних, спеціалізованих бібліотек тощо. Наявність великої кількості напрацювань і розробок, що пропонуються компанією National Instruments, робить програмне середовище LabVIEW і спеціалізовані пакети розширення оптимальним інструментом, що може включатися під час планування робочого місця студентів у спеціалізованих навчальних лабораторіях. Не менш перспективним є використання LabVIEW у науково-дослідній роботі студентів. Зазначимо, що за умов організації міждисциплінарних студентських проєктів, серйозною перевагою LabVIEW є можливість створювати програмні розробки без прив'язки до мов програмування, які вивчалися студентами раніше.

Для інженерних задач, що передбачають виконання математичного моделювання й ідентифікації об'єктів автоматизації, проектування систем управління для отримання характеристик, наближених до реальних, компанія National Instruments пропонує спеціалізоване програмне забезпечення, що ґрунтується на використанні концепції графічного програмування в середовищі LabVIEW [17].

LabVIEW System Identification Toolkit [18] допомагає здійснювати ідентифікацію складних систем на основі реальних даних; забезпечує інструментарій і містить потужні бібліотеки для ідентифікації дискретних систем з одним і багатьма входами й виходами; дозволяє в межах одного неперервного циклу досліджувати системи від аналізу отриманих даних до верифікації побудованих моделей.

Відповідно до підходу, що діє для переважної більшості програмних продуктів компанії National Instruments, користувачам пропонується автономне програмне забезпечення NI System Identification Assistant або спеціальні модулі розширення, що встановлюються для середовища LabVIEW.

NI System Identification Assistant є інтерактивним автономним програмним забезпеченням для збору даних, їх аналізу, обробки, використання та здійснення ідентифікації систем на основі проведених вимірювань. Дане програмне забезпечення є надзвичайно зручним для користувачів, адже передбачає виконання операцій з використанням підходу «drag-and-drop», що дозволяє виконувати швидко налаштуванням вимірювальних систем і використовувати додаткові функції шляхом інтеграції із середовищем LabVIEW.

Зазначимо відразу, що обов'язковою передумовою для роботи з NI System Identification Assistant є встановлення пакета NI Signal Express. Пакет NI Signal Express дозволяє виконувати автоматизовану реєстрацію даних, генерувати сигнали довільної форми, виконувати обробку й аналіз даних. Даний пакет пропонує також більш ніж 200 видів вимірювань, функцій обробки, аналізу, побудови звітів тощо [19], що робить його винятково зручним у розробці лабораторних стендів із використанням концепції віртуальних пристроїв. Розширити можливості NI Signal Express для збільшення кількості допустимих типів вимірювань можна створюючи в LabVIEW спеціалізовані віртуальні інструменти й імпортуючи їх в NI Signal Express. Також можна перетворювати проекти, створені засобами NI Signal Express у блок-діаграми LabVIEW для подальшого вдосконалення.

Ліва панель робочого вікна середовища NI Signal Express слугує для відображення порядку виконання операцій (рис. 1), а права панель – для перегляду даних, отриманих і оброблених у ході виконання проекту; налаштування операцій, створення і перегляду супровідної документації.

Проекти в середовищі NI Signal Express можуть виконуватися у двох режимах – циклічному чи однократному. У міру виконання кроків, дані на панелі перегляду будуть оновлюватися. Під час виконання заданих дій допускається зміна налаштувань параметрів вимірювань, які негайно приймаються NI Signal Express.

Усі групи дій, що можуть виконуватися в даному пакеті представлено на панелі Add Step (рис. 1), яка містить й операції ідентифікації (Add Step – System Identification). До них відносяться дії з попередньої обробки сигналів (Preprocessing), оцінювання моделі (Model Estimation), аналізу моделі (Model Analysis) та імпорту-експорту моделі (Import-Export Model).

Повертаючись до питання оснащення робочих місць студентів сучасним апаратним забезпеченням, вважаємо за необхідне зосередити увагу можливості використовувати віртуальні вимірювальні пристрої, яка підтримується пакетом NI System Identification Assistant. Так для генерації досліджуваного масиву даних можна використовувати канали, попередньо створені за допомогою NI DAQ [20].

NI DAQ – це інструментальний драйвер, що постачається разом з вимірювальними пристроями National Instruments і є бібліотекою функцій та віртуальних пристроїв. Ці функції можна викликати безпосередньо із середовища LabVIEW й автономних програмних засобів .

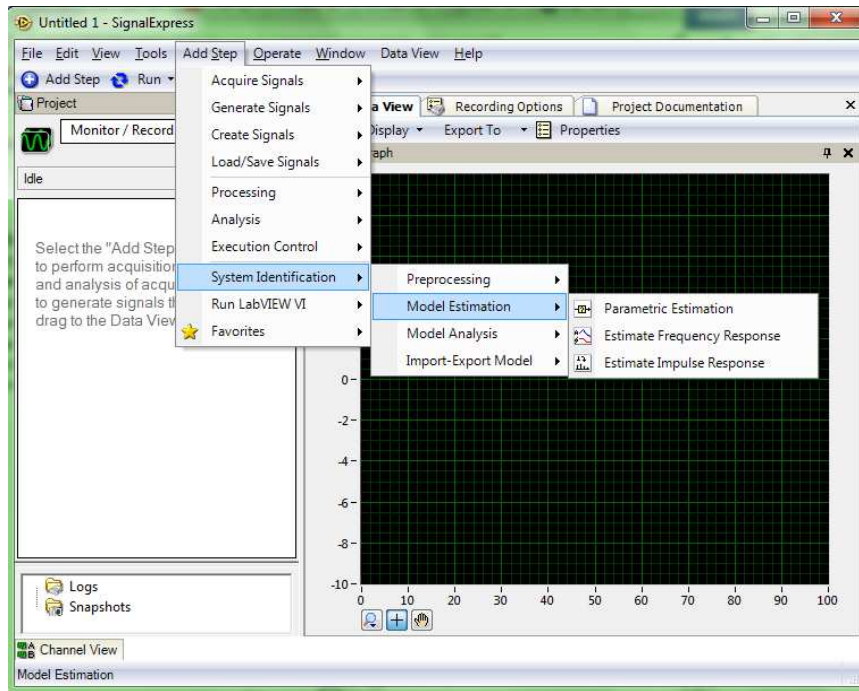


Рис. 1. NI Signal Express з встановленим розширенням System Identification

Для того, щоб імітувати пристрій DAQmx, необхідно в дереві конфігурації Measurement & Automation Explorer (MAX) знайти пункт Devices and Interfaces і вибрати команду Create New (рис. 2 (а)). Після цього з'явиться вікно вибору доступних для користувача приладів та інтерфейсів, де потрібно обрати опцію NI-DAQmx Simulated Device (рис. 2 (б)).

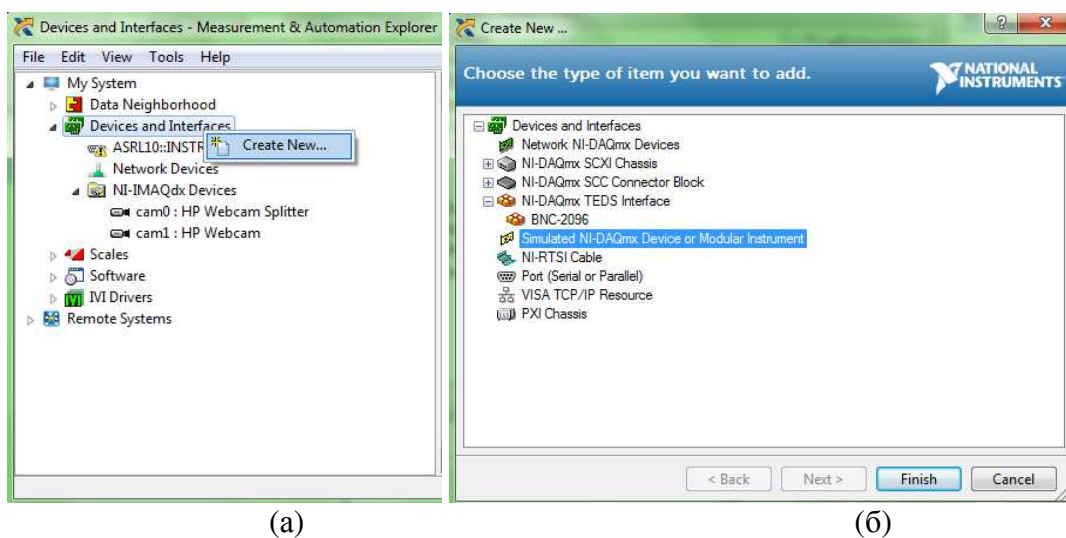


Рис. 2. Створення віртуального вимірювального пристрою в Measurement & Automation Explorer (MAX)

Далі обираємо необхідний пристрій з наведеного переліку (рис. 3 (а)), що включає реальні пристрої збору даних різних серій. Отже, студенти можуть розробляти й налаштовувати програмне забезпечення, орієнтоване на пристрої, якими їхні робочі місця можуть бути оснащені згодом. Створений віртуальний пристрій буде відображатися в списку Devices and Interfaces (рис. 3(б)).

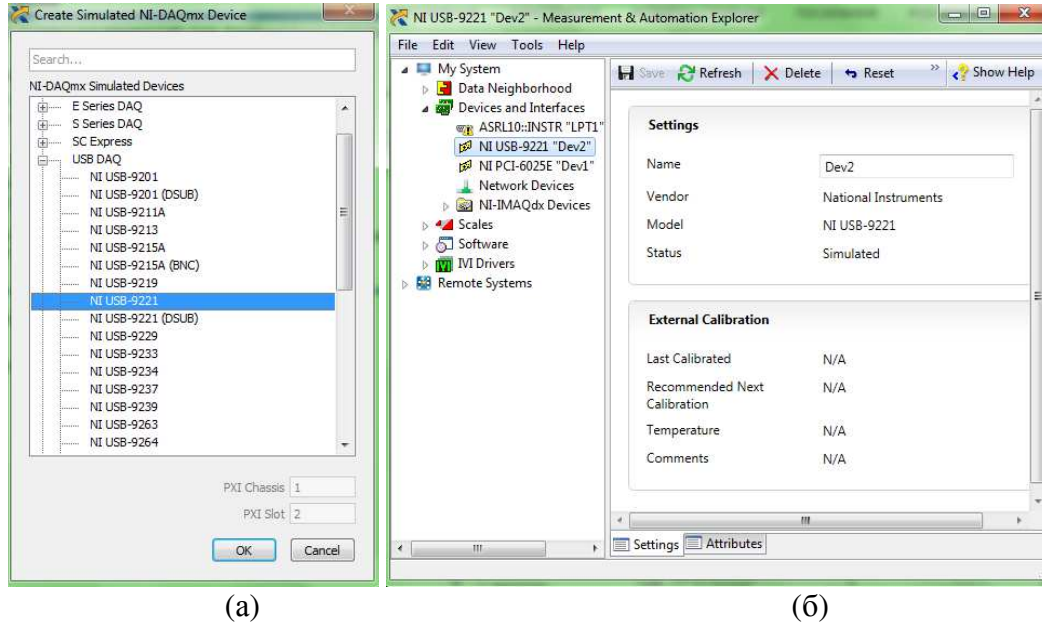


Рис. 3. Відображення імітованого пристрою в MAX

Налаштування створеного пристрою можна здійснити безпосередньо в MAX або перейшовши до NI System Identification Assistant (рис. 4). Процедура налаштування включає вибір типу вимірюваних даних (напруга, температура, деформація тощо).

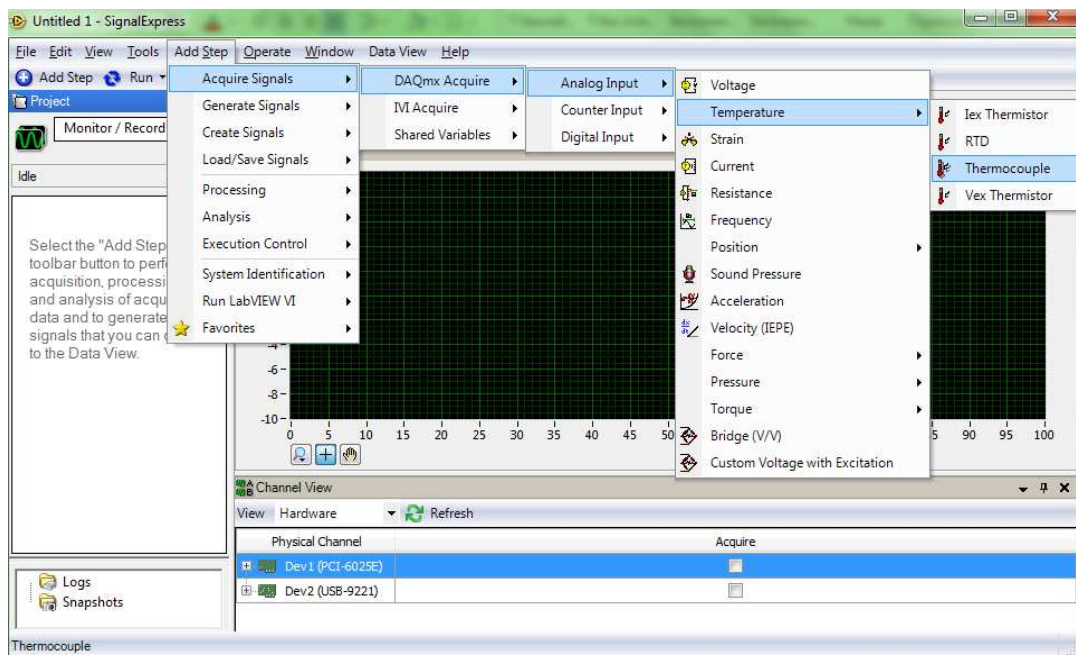


Рис. 4. Налаштування імітованого пристрою збору даних у NI System Identification Assistant

У нашому випадку імітується пристрій збору даних на основі вибору таких параметрів: аналоговий вхід, температура, термопара (рис. 4). Після вибору параметрів пристрою збору даних, відкривається вікно, що містить перелік імітованих пристроїв збору даних і їхніх фізичних каналів (рис. 5).

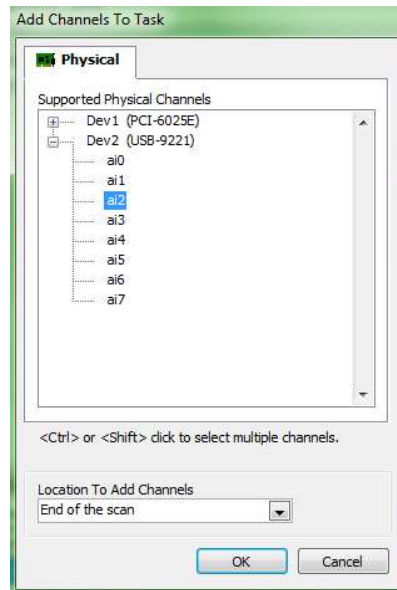


Рис. 5. Вибір фізичного каналу імітованого пристрою

Створена операція DAQmx Acquire відобразиться на лівій панелі робочого вікна середовища NI Signal Express (рис. 6). Наступним кроком є налаштування безпосередньо процедури збору даних, що включає, у нашому випадку, вибір граничних вимірюваних значень, типу термопари і способу збору (скінченний масив даних заданого розміру чи неперервний збір даних).

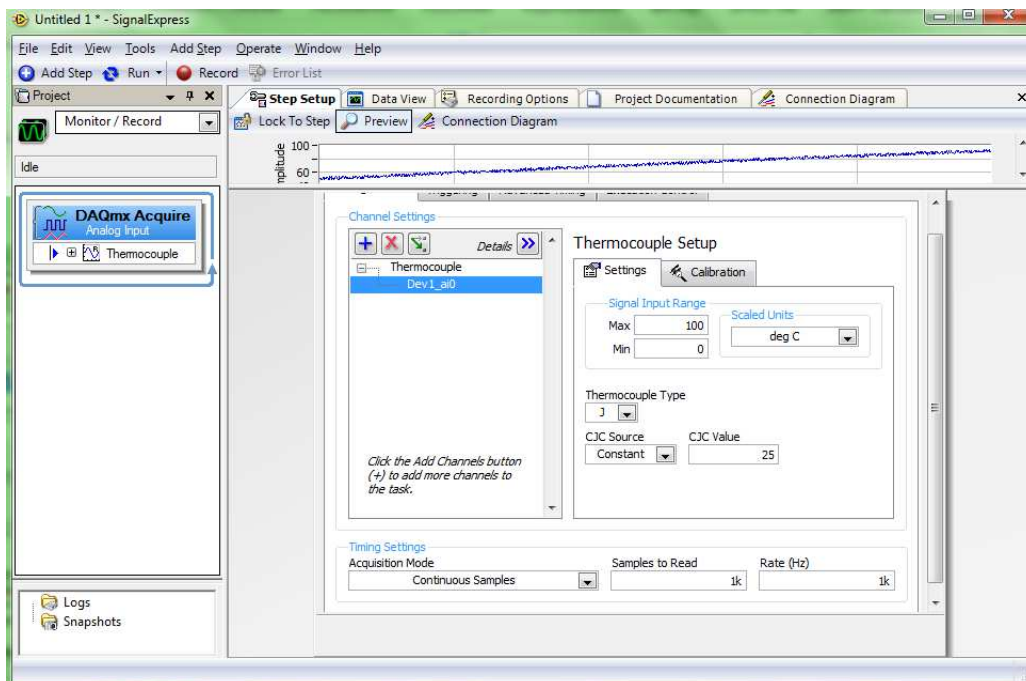


Рис. 6. Вікно редагування процедури збору даних

Для перегляду отриманих даних потрібно перетягнути мишкою операцію DAQmx Acquire на панель Data View і запустити проект на виконання (команда Run) (рис. 7).

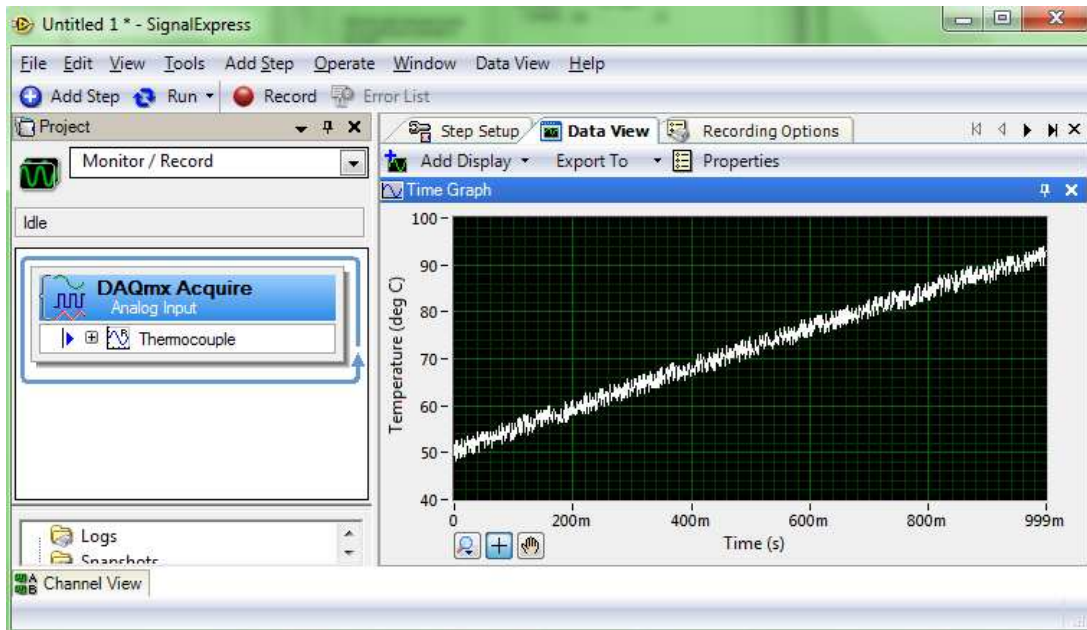


Рис. 7. Відображення імітованих даних

Оскільки задача ідентифікації передбачає роботу з двома масивами даних (стимулюючий сигнал і сигнал відгуку) необхідно повторити описані дії. Зазначимо, що для однієї задачі можна імітувати й інші типи даних, пересвідчившись, що кількість елементів масивів однакова.

Здійснення процедури ідентифікації розпочинається з виділення тренду (постійної складової) даних (Add Step – System Identification – Preprocessing – Detrend Data). На рис. 8 наведено налаштування операції і результат її виконання.

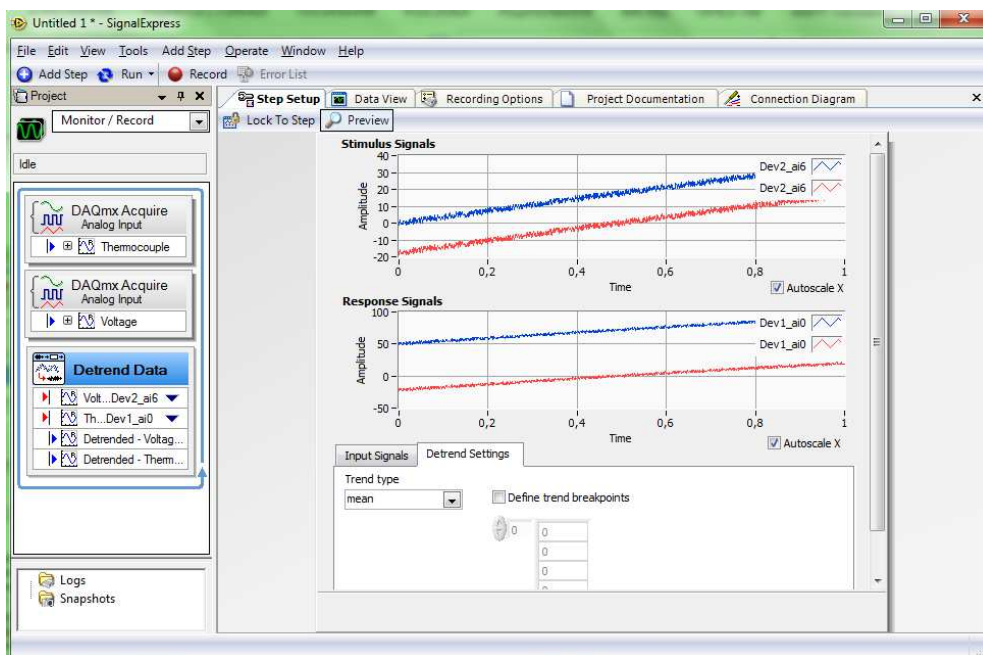


Рис. 8. Налаштування операції виділення тренду

Вибір параметрів операції і масивів, що піддаються обробці, здійснюється за допомогою випадючих меню. Наступним кроком є виконання параметричного оцінювання моделі (Add Step – Model Estimation – Parametric Estimation). Вікно попереднього перегляду створюваної моделі наведено на рис. 9.

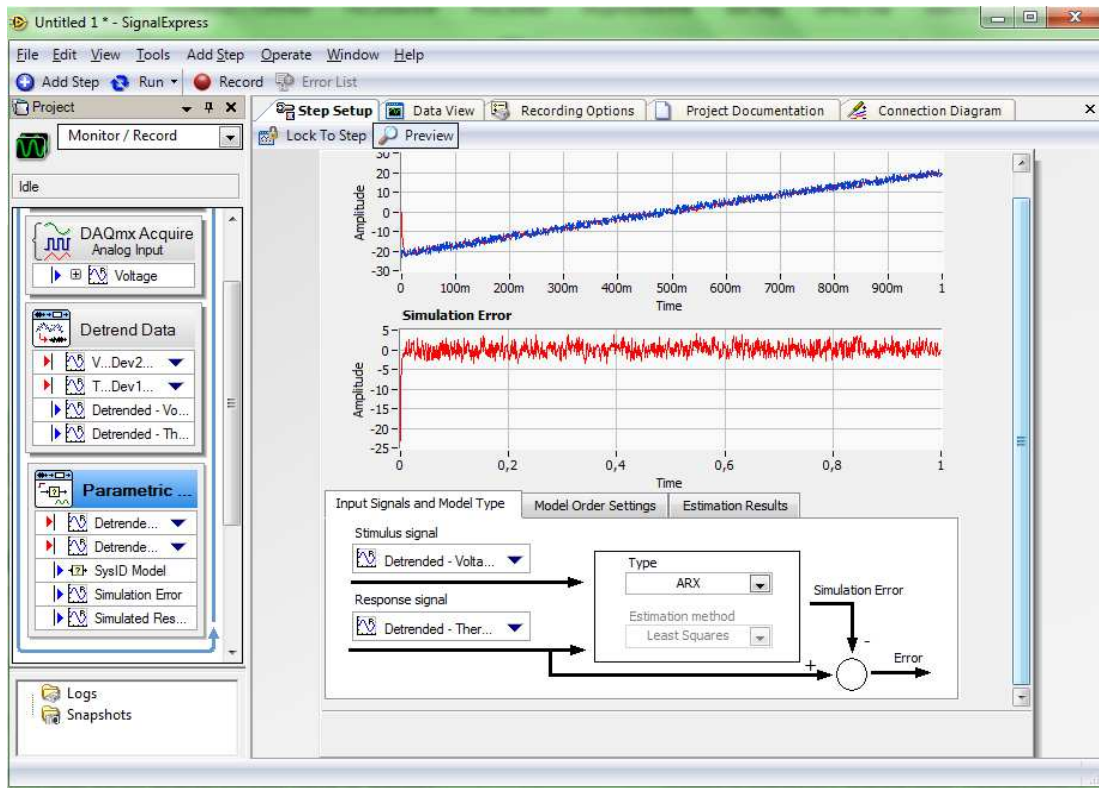


Рис. 9. Попередній перегляд створюваної моделі

На першому графіку вікна попереднього перегляду відображено масив даних, що обробляється, а також дані, отримані шляхом моделювання відповідно до побудованої моделі. На другому графіку наведено похибку моделювання. За допомогою вказаної команди користувач може задати сигнал, що обробляється, й обрати тип моделі у випадючому меню на закладці Input Signals and Model Type (рис. 10).

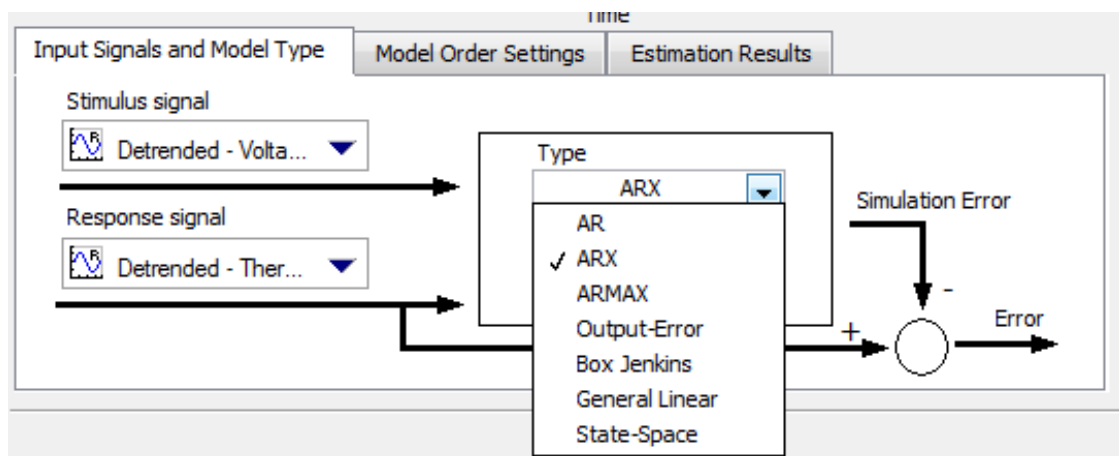
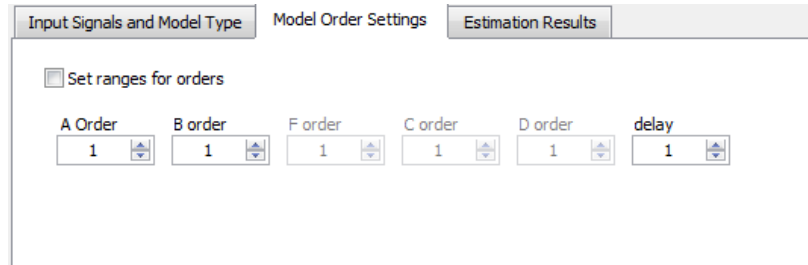


Рис. 10. Вибір типу моделі

На наступній закладці Model Order Settings (рис. 11 (а)) користувач може встановити значення порядку для коефіцієнтів моделі, а на закладці Estimation Result (рис. 11 (б)) переглянути результати виконання команди. Наступним кроком процедури ідентифікації є аналіз моделі й перевірка її достовірності. Проаналізувати створену модель можна за допомогою операцій Add Step – Model Analysis, що включають такі операції, як побудова Бодє-діаграм, діаграми Найквіста та ін.



(а)

A	B	delay	FPE	AIC	MDL
1	1	1	1,68477267	1,68475922	1,70123011

(б)

Рис. 11. Закладки Model Order Settings (а) та Estimation Result (б)

Пакет NI System Identification Assistant надає можливість зберегти побудовану модель у різних форматах. Для цього використовується команда Add Step – Import-Export Model. Можна вибрати один із трьох варіантів, а саме, зберегти побудовану модель ідентифікації (Save System Identification Model), завантажити в проект вже існуючу модель (Load System Identification Model) або конвертувати розробку в модель системи контролю (Convert to Control Design Model).

Використаємо останню з перерахованих функцій для отримання графічного зображення моделі і її рівняння. Для виведення отриманого результату скористаємося операцією Display (рис. 12), за допомогою якої відображається текстова інформація та відповідні діаграми проекту.

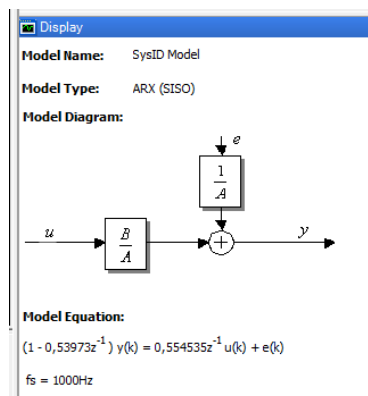


Рис. 12. Структура і математичний опис моделі

Як зазначалося раніше, створену засобами NI System Identification Assistant програму ідентифікації (розширення *.seproj) можна автоматично перетворити в програму LabVIEW (розширення *.lvproj), виконавши такі дії Tools – Generate Code – LabVIEW Diagram. На виході користувач отримує систему з'єднаних блок-діаграм LabVIEW, які відповідають алгоритму виконання проекту в NI System Identification Assistant (рис. 13), і лицьову панель, що містить елементи для введення і відображення даних.

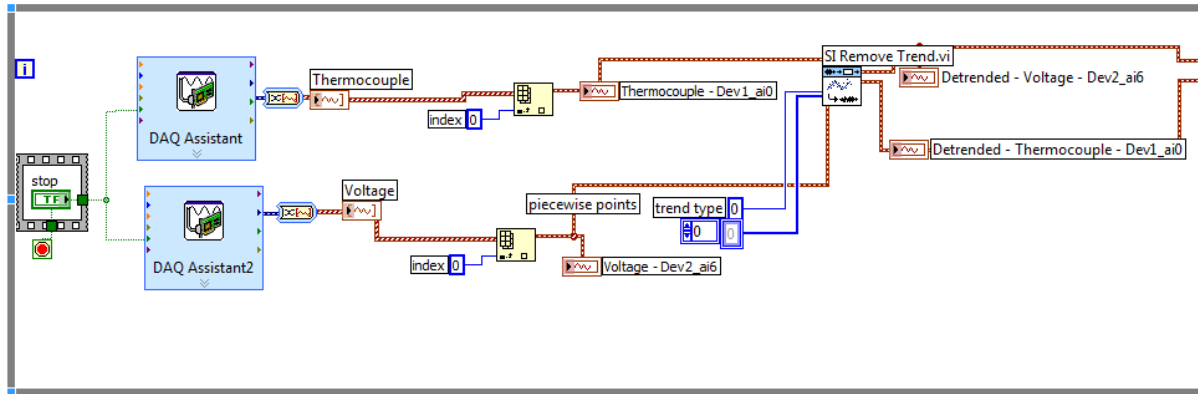


Рис. 13. Згенерована блок-діаграма LabVIEW

Перетворення займає певний час, залежно від складності вихідної програми. Надалі студент отримує можливість редагувати створену програму LabVIEW, змінюючи налаштування елементів передньої панелі чи підключаючи інші масиви даних для обробки.

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Представлений приклад розробки системи ідентифікації об'єктів автоматизації з використанням програмного забезпечення компанії National Instruments може бути впроваджений у навчальному процесі як проблемне завдання для студентів інженерних спеціальностей. Аналіз вітчизняних і закордонних публікацій показує, що проблемно/проектно орієнтоване навчання є одним з освітніх підходів, що активно використовуються у вищих навчальних закладах у підготовці майбутніх інженерів. Використання проблемно/проектного навчання має позитивний вплив на формування у студентів таких предметних і загальних компетентностей як здатність до інтеграції теоретичних знань і практичної діяльності, навички ефективно спілкуватися і працювати в команді. З іншого боку, надання студентам можливості під час вирішення проблемних завдань працювати із сучасним програмним забезпеченням компанії National Instruments, використовуючи, так звані, віртуальні пристрої, дозволяє запобігати втраті актуальності наповнення освітніх програм підготовки майбутніх інженерів, що особливо актуально у випадку інформаційних технологій.

Запропоноване до розв'язання студентам завдання ідентифікації технологічних процесів може бути розширене і доповнене за умов оснащення робочих місць студентів відповідними апаратними компонентами. Впровадження проблемно/проектно орієнтованих підходів доречно здійснювати в поєднанні з традиційними навчальними підходами, що відповідає принципам гібридного проблемно орієнтованого навчання. До перспектив подальшого дослідження належить розробка комплексу проблемних завдань для студентів спеціальності "151. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані

технології". Такі завдання мають спрямовуватися на формування широкого спектру предметних і загальних компетентностей. Наразі, особлива увага має приділятися підбору завдань з міждисциплінарною природою, що відповідає сучасним тенденціям інженерної освіти [1, 4, 9].

Роботу виконано за підтримки МОН України (держ. реєстрац. номер 0117U003909).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] E. F. Crawley, J. Malmqvist, S. Ostlund, D. R. Brodeur and K. Edstrom, *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. 2nd ed., Verlag: Springer, 2014.
- [2] *Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG)*, ТОВ "ЦС", Київ, 2015.
- [3] National Instruments Corporation, [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ni.com>. [Дата звернення: 10 серпня 2017].
- [4] G. Heitmann, "Challenges of engineering education and curriculum development in the context of the Bologna process", *European Journal of engineering Education*, vol. 30, no. 4, pp. 447-458, 2005.
- [5] E. De Graaf and A. Kolmos, "Characteristics of problem-based learning", *International Journal of Engineering Education*, vol. 19, no. 5, pp. 657-662, 2003.
- [6] Г. П. Журба, "Проблемне навчання як інтегруючий метод освітньої та виробничої діяльності майбутніх фахівців професійної освіти", *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*, № 3, с. 105-111, 2013.
- [7] О. І. Гулай, "Перспективи впровадження проблемного навчання у вищих навчальних закладах", *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр.*, Вип. 3 (56), с. 170-178, 2009.
- [8] В. В. Павленко, "Методи проблемного навчання", *Нові технології навчання: наук.-пед. зб.* Вип.81 (спецвипуск), с. 75-79, 2014.
- [9] В. О. Іванов, Д. В. Криворучко, О. В. Купенко, *Практико-орієнтовані технології в інженерній освіті: навчальний посібник*. Харків : НТМТ, 2015.
- [10] A. Kolmos, E. de Graaff and X. Du, "Diversity of PBL – PBL learning principles" in *Research on PBL Practice in Engineering Education*, X. Du, E. de Graaff та A. Kolmos, Eds., Rotterdam, Sense, 2009, pp. 9-21.
- [11] W. H. Gijsselaers, "Connecting problem-based practices with educational theory", *New directions for teaching and learning*, vol. 68, pp. 13-21, 1996.
- [12] A. Masek and S. Yamin, "Problem based learning model: A collection from the literature", *Asian Social Science*, vol. 6, no. 8, pp. 148-156, 2010.
- [13] І. С. Чернецький, І. А. Сліпучіна. "Технологічна компетентність майбутнього інженера: формування і розвиток у комп'ютерно інтегрованому лабораторному практикумі з фізики", *Інформаційні технології і засоби навчання*, том. 38, вип. 6, с. 83-95, 2013.
- [14] І. В. Троцишин, М. І. Троцишин. "Новітні підходи у сучасних методах та засобах організації навчального процесу та наукових досліджень в галузі радіоелектроніки", *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. № 2, с. 215-228, 2014.
- [15] О. С. Мартинюк, Проектування та технологія виготовлення інформаційно-вимірювальних систем для експериментально-дослідницької роботи з фізики, *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка*. Вип. 89, с. 324-329, 2011.
- [16] О. С. Мартинюк, Особливості підготовки фахівців у галузі освітньої робототехніки. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, № 19, с. 168-170, 2013.
- [17] R. W. Larsen, *LabVIEW for Engineers*, Pearson Higher Ed., 2011.
- [18] National Instruments Corporation, "LabVIEW System Identification Toolkit User Manual", [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ni.com/pdf/manuals/371001b.pdf>. [Дата звернення: 14 Серпня 2017].
- [19] National Instruments Corporation, "Getting Started with Signal Express", [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ni.com/pdf/manuals/373873h.pdf>. [Дата звернення: 17 Червня 2017].
- [20] National Instruments Corporation, "DAQ Getting Started Guide", [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ni.com/pdf/manuals/373737h.pdf>. [Дата звернення: 28 Червня 2017].

Матеріал надійшов до редакції 13.09.2017 р.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА NATIONAL INSTRUMENTS В ОБУЧЕНИИ ОСНОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ СТУДЕНТОВ-ИНЖЕНЕРОВ

Луценко Галина Васильевна

кандидат физико-математических наук, доцент

доцент кафедры автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий

Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого, г. Черкассы, Украина

ORCID ID 0000-0002-9727-7836

LutsenkoG@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены возможности организации учебной работы студентов инженерной специальности "151. Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии" при изучении дисциплины "Системы проектирования, идентификации и моделирования" с использованием специализированного программного обеспечения компании National Instruments. Описывается пример использования задач идентификации объектов автоматизации в качестве проблемного задания, что решается студентами при написании курсовых работ. Рассмотрены особенности работы с программными средствами NI System Identification Assistant и NI LabVIEW. Подробно описано использование процедуры параметрической идентификации в NI System Identification Assistant для данных полученных с использованием виртуальных измерительных приборов NI.

Ключевые слова: инженерное образование; проблемно/проектно ориентированное обучение; рабочее место студента; идентификация; NI LabVIEW; NI System Identification Assistant.

NATIONAL INSTRUMENTS SOFTWARE IN ENGINEERING STUDENTS LEARNING OF IDENTIFICATION OF AUTOMATION OBJECTS

Halyna V. Lutsenko

PhD, associated professor

Associated professor of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Cherkasy, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-9727-7836

LutsenkoG@gmail.com

Abstract. The purpose of this paper is to consider the possibilities concerning the organization of learning activity of engineering students in "151. Automatization and Computer-Integrated Technologies" in the case of study of the discipline "Systems of design, identification and modelling" by using the software of National Instruments corporation. An example of using of system identification tasks as problem tasks, which are solved during the preparation of course work by engineering students, is described. The peculiarities of using of such software as NI System Identification Assistant and NI LabVIEW are also considered. The realization of procedure of parametric identification of automation objects by NI System Identification Assistant for case of data obtained with using NI virtual measurement instruments is presented in detail.

Keywords: engineering education; problem/project-based learning; students' workplace; identification; NI LabVIEW; NI System Identification Assistant.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] E. F. Crawley, J. Malmqvist, S. Ostlund, D. R. Brodeur and K. Edstrom, *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. 2nd ed., Verlag: Springer, 2014. (in English)
- [2] *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG)*. Kyiv: CS Ltd., 2015. – 32 p. (in Ukrainian)

- [3] National Instruments Corporation, [Online]. Available: <http://www.ni.com>. [Accessed on: August 10, 2017]. (in English)
- [4] G. Heitmann, "Challenges of engineering education and curriculum development in the context of the Bologna process", *European Journal of engineering Education*, vol. 30, no. 4, pp. 447-458, 2005. (in English)
- [5] E. De Graaf and A. Kolmos, "Characteristics of problem-based learning", *International Journal of Engineering Education*, vol. 19, no. 5, pp. 657-662, 2003. (in English)
- [6] H.P. Zhurba, "Problem based learning as integrated method of educational and production activities of future specialists in professional education", *Bulletin of Uman State Pedagogical University*, № 3, pp. 105-111, 2013. (in Ukrainian)
- [7] O. I. Hulai, "Prospects of implementation of problem based learning in higher educational institutions", *Pedagogy of formation of creative personality in higher and secondary schools*, Vol. 3 (56), pp. 170-178, 2009. (in Ukrainian)
- [8] B.B. Pavlenko, "Methods of problem-based learning ", *Modern learning technologies*. Vol. 81, pp. 75-79, 2014. (in Ukrainian)
- [9] B. O. Ivanov, D.V. Kryvorychko, O.V. Kuppenko. *Practically oriented technologies in engineering education*. Kharkiv: NTMT, 2015. (in Ukrainian)
- [10] A. Kolmos, E. de Graaff and X. Du, "Diversity of PBL – PBL learning principles" in *Research on PBL Practice in Engineering Education*, X. Du, E. de Graaff та A. Kolmos, Eds., Rotterdam, Sense, 2009, pp. 9-21. (in English)
- [11] W. H. Gijsselaers, "Connecting problem-based practices with educational theory", *New directions for teaching and learning*, vol. 68, pp. 13-21, 1996. (in English)
- [12] A. Masek and S. Yamin, "Problem based learning model: A collection from the literature", *Asian Social Science*, vol. 6, no. 8, pp. 148-156, 2010. (in English)
- [13] I. S. Chernetskyi, I. A. Slipukhina. "Technological competence of future engineer: Formation and development in computer integrated laboratory workshop on physics", *Information technologies and learning tools*, Vol. 38, no. 6, pp. 83-95, 2013. (in Ukrainian)
- [14] I. V. Trotsyshyn, M. I. Trotsyshyn. "Innovative approaches in modern methods and tools of the organization of educational process and scientific researches in radio electronics", *Measuring and computation equipment in technological processes*. No. 2, pp. 215-228, 2014. (in Ukrainian)
- [15] O. S. Martunyk, "A study of bases of microelectronics in system of professional preparation of students-physicist", *Bulletin of Chernihiv State Pedagogical University*. Vol. 89, pp. 324-329, 2011. (in Ukrainian)
- [16] O. S. Martunyk, "Characteristics for the pedagogical specialists of the educational Robotics", *Collection of scientific works of the Kamyanyets-Podilsky Ivan Ohienko National University. Pedagogical series*, № 19, pp. 168-170, 2013. (in Ukrainian)
- [17] R. W. Larsen, *LabVIEW for Engineers*, Pearson Higher Ed., 2011. (in English)
- [18] National Instruments Corporation, "LabVIEW System Identification Toolkit User Manual", [Online]. Available: <https://www.ni.com/pdf/manuals/371001b.pdf>. [Accessed on: August 14, 2017]. (in English)
- [19] National Instruments Corporation, "Getting Started with Signal Express", [Online]. Available: <http://www.ni.com/pdf/manuals/373873h.pdf>. [Accessed on: June 17, 2017]. (in English)
- [20] National Instruments Corporation, "DAQ Getting Started Guide", [Online]. Available: <http://www.ni.com/pdf/manuals/373737h.pdf>. [Accessed on: June 28, 2017]. (in English)

