

УДК 378.147

Т.В. Бодненко, В.А. Дідук

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького*

## ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

*Стаття присвячена аналізу стану використання апаратно-програмного забезпечення в навчальних закладах, спрямованих на підготовку фахівців інженерних галузей.*

*Розглянуто основні аспекти технічної підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних систем, які повинні упроваджуватися під час навчання у дисциплінах з автоматизації виробництва для подальшої високої конкурентноспроможності випускників, зокрема, використання таких інноваційних технологій навчання, як програмні симулятори.*

*Розроблені навчальні комплекси базуються на використанні відлагоджувальних плат Arduino, міні-комп'ютерів Raspberry Pi3, робототехнічних конструкторів FISCHERTECHNIK та відповідно створеного програмного забезпечення. У процесі роботи з даними комплексами студенти зможуть як відпрацювати вже відомі структури промислових маніпуляторів та методик керування ними, так і самостійно розробляти свої власні структури у відповідності до проводжуваного експерименту.*

*Навчання студентів із застосуванням даного апаратно-програмного забезпеченням сприятиме розвитку професійної компетентності майбутніх фахівців.*

**Ключові слова:** *апаратно-програмне забезпечення, Arduino, Raspberry Pi3, FISCHERTECHNIK, навчальна підготовка, інноваційні технології навчання, майбутні фахівці комп'ютерних систем.*

**Постановка проблеми.** Сучасні інноваційні технології навчання швидко увійшли в усі галузі освітнього процесу. У зв'язку з цим виникає потреба використання цих засобів у процесі підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних систем для вивчення технічних дисциплін.

Інноваційний процес навчання полягає у постійному процесі переосмислення, збереженні визначних, відкиданні вже застарілих цінностей. Упровадження інновацій у навчання полягає в активній роботі зі створення, розповсюдження новітніх методів та способів розв'язання дидактичних задач навчання майбутніх фахівців у гармонійному поєднанні традиційних методичних систем, застосування нетрадиційних технологій, нових дидактичних напрямків і методів задоволення потреб освіти.

Упровадження інноваційних технологій навчання та їх засвоєння вимагають від викладачів та студентів вищого навчального закладу глобальної перебудови з урахуванням швидких змін інформаційного суспільства.

У зв'язку з існуючими нині в сучасній освіті проблемами використання інноваційних методів навчання вимагають поглибленого дослідження теоретичні, науково-практичні питанням упровадження інноваційного навчального середовища, дієвих моделей і методик навчання, переймання умінь та виділення їх перспектив застосування у навчальному процесі.

У XIX і XX століттях Україна відносилася до держав, що готували інженерів та винахідників найвищої кваліфікації у світі. Інвестиції в освітні заклади та повсюдно діючі виробництва, обов'язкова виробнича практика на реально-діючих технологічних об'єктах – невід'ємні складові професійного росту майбутнього інженера, яку дотримувались за часів радянського союзу [1]. Останнім часом кількість виробничих комплексів та інвестицій в освітні заклади істотно знизилась, що призвело в більшості випадків до переходу на

виключно теоретичну складову освіти. Навіть за участі навчальних закладів в грантових програмах, закупівля промислового устаткування для подальшого використання у навчанні неможливе, оскільки вартість однієї одиниці обладнання може сягати сотень тисяч. Навчальна мобільність студентів є лише частковим виходом з положення, оскільки дозволяє нею скористатись лише обмеженій кількості академічної групи. Наведені фактори неодмінно ведуть до відтоку кадрів за кордон та погіршення економічного стану держави. Тому актуальним є пошук та розробка максимально наближених до реальних за своїми властивостями нових методів та засобів підготовки фахівців комп'ютеризованих систем.

**Аналіз актуальних досліджень.** З вивченням нових законів природи неодмінно розробляються нові промислові устаткування. Робота інженера постійно ускладнюється і потребує все більше нових знань. Всі використовувані установки є неодмінно комп'ютеризованими та потребують кваліфікованого їх програмування. Тому у тріаді учений – інженер – робочий саме інженер є центральною фігурою науково-технічного прогресу і має бути кваліфікованим фахівцем комп'ютеризованих систем [2]. З огляду на це становлення високоякісного фахівця можливе лише в навчальних базах з потужною природничою базою, такою як фізика та хімія в поєднанні з застосування новітніх розробок апаратно-програмних комплексів, що дозволить в майбутньому фахівцеві приймати активну участь в розробці інноваційних процесі, що здійснюватиметься в рамках його інженерної діяльності. Крім того, відповідна навчальна підготовка майбутнього фахівця комп'ютеризованих систем повинна відповідати системі пред'явлення вимог до якості інженерної підготовки і визнанням інженерних кваліфікацій. Такі системи реалізуються в кожній країні національними, як правило, неурядовими професійними організаціями — інженерними радами, які мають у своєму складі органи з акредитації освітніх програм та сертифікації фахівців. Найбільш авторитетної в Сполучених Штатах і в усьому світі професійною організацією, що займається оцінкою якості інженерних освітніх програм в університетах є Accreditation Board for Engineering and Technology USA – Рада з акредитації в галузі техніки і технологій (ABET). В критеріях ABET, що визначають модель інженера, сформульовано обов'язкові загальні вимоги до випускників університетів, які освоїли інженерні програми.

У відповідності з цими вимогами в результаті навчання випускники повинні володіти наступними навиками:

- застосовувати природничі, математичні та інженерні знання;
- планувати і проводити експерименти, аналізувати та інтерпретувати дані;
- проектувати системи, їх компоненти або процеси у відповідності з поставленими завданнями;
- працювати в колективі над міждисциплінарною тематикою,
- формулювати та вирішувати інженерні проблеми;
- усвідомлювати професійні та етичні обов'язки;
- мати розвинені комунікативні навиками;
- вміти аналізувати глобальні і соціальні наслідки інженерних рішень;
- розуміти необхідність і вміти безперервного навчання;
- демонструвати знання сучасних проблем;
- застосовувати новітні апаратно-програмні засоби та сучасні інженерні методи, необхідні для інженерної діяльності [2].

Задля подолання вище вказаних складнощів освіти та наближення її якості до вказаних міжнародних норм сьогодні широко використовують як програмні емулятори

технологічних процесів та установок, так і модельні експерименти.

**Мета статті.** Метою роботи є аналіз та підбір апаратно-програмного забезпечення для використання в освітніх закладах у процесі підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних систем.

**Виклад основного матеріалу.** До програмних симуляторів можна віднести "Віртуальна фізична лабораторія", "Бібліотека електронних наочностей", "Теплові процеси. version 3.0" [3 – 4], SolidWorks [5], Simbad, Microsoft Robotics Developer Studio, Robotino, Gazebo, AnyCode Marilou Robotics Studio [6 – 7]. Перша частина симуляторів дозволяє моделювати перебіг фізичного експерименту та не дає можливості змінювати його хід, що виключає можливість варіативного підходу до виконання експерименту. Інша частина призначена для моделювання поведінки роботів, та всі вони є мобільними платформами, що на виробництві не є надто актуальним, лише для лабораторного експерименту та відпрацювання деяких алгоритмів руху мобільних платформ. Festo Robotino, KUKA Youbot, NEXUS, ROBOTIS-OP (рис. 1) та інші [8 – 9]. Проте переважна частина подібних систем або є дорогавартісноими, чого не можуть собі дозволити більшість навчальних закладів, або орієнтовані лише на виконання задач руху та лавіювання серед об'єктів визначеної форми чи кольору. Та жодна з представлених систем не призначена для використання в модельних експериментах при розробці нових технологічних ліній чи інших промислових установках.

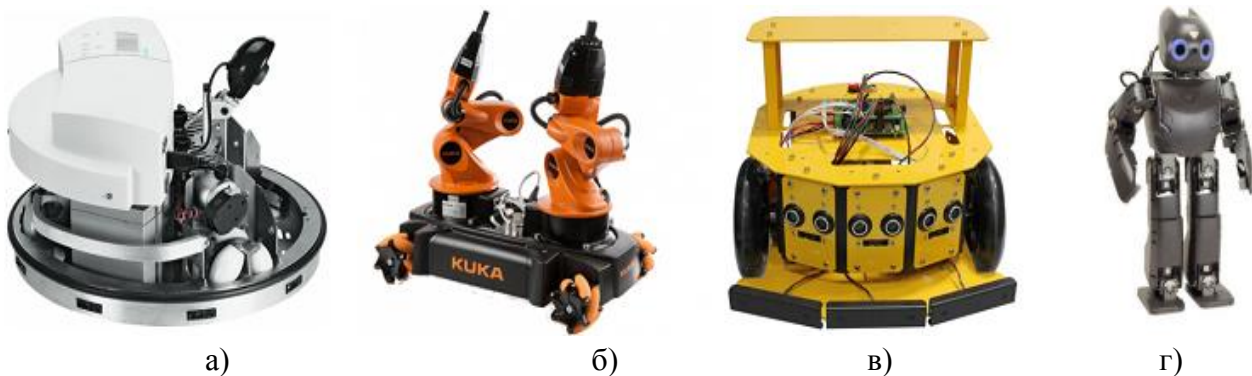


Рис. 1. Навчальні робототехнічні комплекси: а – дослідницька платформа Festo Robotino, б – мобільний маніпулятор KUKA Youbot, в – навчальний мобільний робот NEXUS, г – людиноподібний робот ROBOTIS-OP.

Найбільш оптимальним вибором у процесі вивчення технічних дисциплін є застосування технічних конструкторів лінійки LEGO Mindstorms та Fischertechnik.

Сучасні набори Mindstorms EV3 (рис. 2) досить широко почали використовувати в модельних експериментах, зокрема у фізичних експериментах [10]. Програмований блок на основі ARM-процесора підтримує програмування як мовою функціональних блоків, так і C++ і підтримує досить широкий ряд датчиків та виконавчих механізмів, що дозволяє самостійно створювати різноманітні дослідні установки. Зокрема, в Черкаському національному університеті імені Богдана Хмельницького у процесі підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних систем за спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» даний набір використовується при вивченні дисципліни «Основи роботизованого виробництва». Так, набір дозволяє зібрати мобільну платформу з набором датчиків оточуючого середовища, на якій студенти відпрацьовують алгоритми орієнтації роботів в просторі, рух в просторі по заданим параметрам, рух в лабіринті та інше. Досліджувані алгоритми практично в повній мірі дозволяють провести модельний експеримент роботи автоматизованого складу.

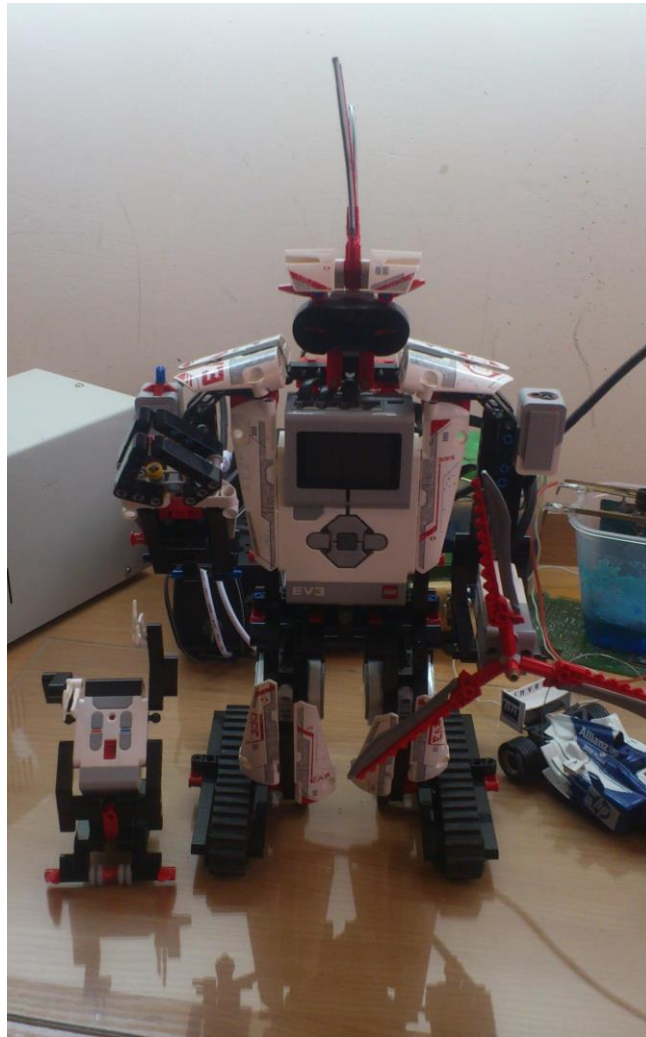


Рис. 2. LEGO Mindstorms EV3

Технічні конструктори Fischertechnik на ринок України ввійшли лише декілька років тому, хоча в Європі відомі набагато раніше і отримують все більшої популярності, завдяки широкому функціоналу і безлічі специфічних деталей, що дозволяють створювати не тільки розважальні та освітні проекти, але і прототипи реальних складних пристроїв. Конструктори мають досить широкий модельний ряд на всі вікові категорії. Проте для використання у вищих навчальних закладах найбільш придатні конструктори професійної і просунутої серії, які орієнтовані на використання при вивченні технічних дисциплін та демонстрації принципів роботи механізмів і моделювання виробничих процесів [11].

Для роботи з даними конструкторами виробник пропонує фірмовий контролер ROBOTICS TXT з власним середовищем програмування ROBO Pro. Проте ми рекомендуємо відійти від рекомендованого розробником контролера та програмного середовища, а використовувати на лабораторних роботах таких платформ, як Arduino, STM32 та Raspberry PI. Застосування такого різностороннього підходу дозволить в повній мірі підготувати студентів до роботи в реальних умовах., відпрацювати всі етапи життєвого циклу розробки промислового обладнання, закріпити навички системного програмування та розробки апаратного забезпечення.



Рис. 3. Маніпулятор на основі Fischertechnik та Raspberry Pi3

Пропонується розглядати розробку подібних апаратно-програмних комплексів саме у вказаній послідовності. Arduino – одна з найлегших платформ для реалізації систем контролю, тому виконує додаткову функцію при подоланні психологічного бар'єру при знайомстві студентів з подібним обладнанням. Системи на базі STM32 через низьку вартість та високі технічні характеристики сьогодні набули значного поширення у розробників, хоч і володіють високою складністю попередньої конфігурації розроблюваного проекту та подальшого написання програмного забезпечення. При виконанні другого етапу лабораторних робіт студенти отримують безпосередні навички розробки промислових контролерів, що вимагається від подібного фахівця на виробництвах. Raspberry Pi, будучи одноплатним міні комп'ютером володіють найвищою швидкістю та найвищим потенціалом серед приведених платформ. Даний комп'ютер придатний для розробки складних систем контролю, наприклад з вбудованими модулями самодіагностики, WEB-серверу, повним функціоналом аудіо- та відеовідображення контрольованих процесів та інше. Дане застосування дозволяє реалізувати процеси розробки повнофункціональних SCADA-систем нового покоління.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Реалізація усіх названих напрямків допомагає викладачу організувати навчальний процес на рівні європейських стандартів та вимог, успішно втілювати в життя положення та принципи роботи інженерних рад з акредитації освітніх програм та сертифікації фахівців в галузі техніки і технологій, що визначають модель інженера, сформульовано обов'язкові загальні вимоги до випускників університетів, які освоїли інженерні програми. Таке навчання сучасних майбутніх фахівців комп'ютерних систем сприятиме розвитку професійної компетентності, дозволить бути конкурентоспроможними на сучасному ринку праці після закінчення навчання у вищому навчальному закладі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сёмкин Б. Проблемы инженерно-технического образования [Электронный ресурс] / Б. Сёмкин, Т. Свит // Международный открытый электронный журнал Higher Education Discovery. – 2010. – Режим доступа до ресурсу: [http://www.akvobr.ru/problemny\\_inzhenerno\\_](http://www.akvobr.ru/problemny_inzhenerno_)



tehnicheskogo\_obrazovania.html.

2. Левков К. Проблемы подготовки инженеров для инновационных отраслей [Электронный ресурс] / К. Л. Левков, О. Л. Фиговский // NANO NEWS NET. – 2010. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/problemy-podgotovki-inzhenerov-dlya-innovatsionnykh-otraslei>.

3. Жук Ю.О. Організація суб'єктно орієнтованого навчального середовища у дидактичному просторі «віртуальна лабораторія» / Ю.О. Жук // Інформаційні технології і засоби навчання. – К. : ІТЗН НАПН України, 2010. – № 3 (17).

4. Семеніхіна О.В. Віртуальні лабораторії як інструмент навчальної та наукової діяльності / О.В. Семеніхіна, В.Г. Шамоля // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – Суми : Вид-во Сум. ДПУ імені А.С.Макаренка, 2011. - №1(11). – С. 341-346.

5. Обучающий курс по программе SolidWorks [Электронный ресурс] // AllSoftVideo. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://allsoftvideo.ru/programs/solidworks/index.html>.

6. Джонс М. Т. Инструментари роботостроения с открытым исходным кодом [Электронный ресурс] / М. Тим Джонс // IBM developerWorks. – 2006. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-robotools/index.html>.

7. Тестируем работа без самого робота [Электронный ресурс] // Журнал «Хакер». – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <https://xaker.ru/2014/10/30/test-robot-without-robot/>.

8. Пономаренко А. Робототехнические конструкторы ROBOTIS [Электронный ресурс] / Алексей Пономаренко // Занимательная робототехника. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <http://edurobots.ru/2016/05/robototexnicheskie-konstruktory-robotis/>.

9. Пономаренко А. Робототехника в ВУЗах и проектная работа на базе ROBOTIS-ОР [Электронный ресурс] / Алексей Пономаренко // Занимательная робототехника. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <http://edurobots.ru/2016/05/robotis-op-robototexnika-v-vuzax-i-proektnaya-rabota/>.

10. Минкин А. В. Набор для конструирования Lego Mindstorms на уроках физики в школе / А. В. Минкин. // Всероссийская научно-методическая конференция “Физико-математическое образование: проблемы и перспективы”, посвященной 60-летию юбилею физико-математического факультета сборник трудов. – 2013. – С. 24–26.

11. Гагарина Д. Обзор робототехнического конструктора FISCHERTECHNIK ROBOTICS TXT Discovery set [Электронный ресурс] / Д. Гагарина, Д. Кляченко // Занимательная робототехника. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://edurobots.ru/2015/07/obzor-robototexnicheskogo-konstruktora-fischertechnik-robotics-txt/>.

**Tetiana Bodnenko, Vitalii Diduk**

*The Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy*

**THE USE OF INNOVATIVE LEARNING TECHNOLOGIES IN PROCESS OF TRAINING  
FUTURE SPECIALISTS OF COMPUTERIZED SYSTEMS**

*The article is devoted to analyze the state of the hardware and software in schools aimed at training specialists engineering industries.*

*The basic aspects of technical preparation of future specialists of the computer systems, that must be embedded during studies in disciplines from the computer-aided manufacturing for further high competition possibility of graduating students, are considered, in particular, use of such innovative technologies of studies, as programmatic simulators, and others like that.*

*Skills that the future specialist of the computer systems must own during the study of technical disciplines are extracted, in accordance with the international standards of preparation of these specialists in industry of technique and technologies.*

*The most optimal choice in the process of study of technical disciplines is application of technical designers of line of LEGO Mindstorms and Fischertechnik.*

*The worked out educational complexes are based on the use of the adjusted pays of Arduino, mini-computers of Raspberry PI3, robot technical designers FISCHERTECHNIK and accordingly the created software. In the process of work with these complexes students will be able both to work off already the well-known structures of industrial manipulators and management methodologies by them, and independently to*

develop the own structures in accordance with an experiment that is conducted.

To the programmable simulators it is possible to take the "Virtual physical laboratory", "Library of electronic evidentness", "Thermal processes. version 3.0", SolidWorks [5], Simbad, Microsoft Robotics Developer Studio, Robotino, Gazebo, AnyCode Marilou Robotics Studio. The first part of simulators allows to design motion of physical experiment and does not give an opportunity to change its motion that eliminates possibility of the variant going near implementation of experiment. Other part is intended for the design of behavior of robots, and all of them are mobile platforms, that on a production is not too actual, only for a laboratory experiment and working off some algorithms of motion of mobile platforms.

The use of innovative technologies of studies in the process of preparation of future specialists of the computer systems helps a teacher to organize an educational process at the level of European standards and requirements, successfully to make reality of position and principles of work of engineering advices from accreditation of the educational programs and certification of specialists in industry of technique and technologies that determine the model of engineer, obligatory general requirements are set forth to the graduating students of universities, that mastered the engineering programs.

**Keywords:** hardware-programmable providing, Arduino, Raspberry PI3, FISCHERTECHNIK, educational preparation, innovative technologies of studies, future specialists of the computer systems.

**Татьяна Васильевна Бодненко, Виталий Андреевич Дидук**

*Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

Статья посвящена анализу состояния использования аппаратно-программного обеспечения в учебных заведениях, направленных на подготовку специалистов инженерных отраслей.

Рассмотрены основные аспекты технической подготовки будущих специалистов компьютерных систем, которые должны быть внедрены в процесс обучения дисциплин по автоматизации производства для дальнейшей высокой конкурентноспособности выпускников, в частности, использование таких инновационных технологий обучения, как программные симуляторы.

Разработанные учебные комплексы базируются на использовании отладочных плат Arduino, мини-компьютеров Raspberry PI3, робототехнических конструкторов FISCHERTECHNIK и соответственно созданного программного обеспечения. В процессе работы с данными комплексами студенты смогут как отрабатывать уже известные структуры промышленных манипуляторов и методик управления ими, так и самостоятельно разрабатывать свои собственные структуры в соответствии с проводимого эксперимента.

Обучение студентов с применением данного аппаратно-программного обеспечения способствует развитию профессиональной компетентности будущих специалистов.

**Ключевые слова:** аппаратно-программное обеспечение, Arduino, Raspberry PI3, FISCHERTECHNIK, учебная подготовка, инновационные технологии обучения, будущие специалисты компьютерных систем.

### **ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА**

**Бодненко Тетяна Василівна** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ННІ фізики, математики та КІС Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

*Коло наукових інтересів:* методика навчання технічних дисциплін, професійна підготовка майбутніх фахівців комп'ютерних систем, освітні вимірювання.

**Дідук Віталій Андрійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ННІ фізики, математики та КІС Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

*Коло наукових інтересів:* автоматизація виробничих та невиробничих процесів, професійна підготовка майбутніх інженерів.