

Dmytro Luzshkov, postgraduate, Sergiy Osadchy, Prof., DSc., Olexandr Didyk, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitsky, Ukraine

Identification of the Linearized Model of Controller Dynamics and Danfoss Temperature Control Valve According to the Passive Experiment

Main purpose of the article is to provide designers and researchers with a dynamics models of a controller for refrigerating equipment with one thermal control valves in conjunction with a regulatory body..

This article is devoted to an analysis of the trends improve refrigeration efficiency by upgrading the control system of a thermostatic expansion valve. It is shown that Danfoss refrigeration equipment increases the efficiency of the formation of the cold due to changes in the evaporator superheat setting. The main idea of upgrading is to use a systems approach to the consideration of refrigeration equipment in conjunction with the cooling chamber and the products which are stored in it. To realize this idea one has developed a new block diagram of the cooling system as a multidimensional follow-up system that operates in conditions of air temperature changes in the refrigerating chamber and fluctuations of the refrigerant temperature and its pressure. The definition of a linearized model took place in three stages. In the first stage, based on the data of the passive experiment, spectral and cross spectral densities of signals are obtained. In the second stage, based on the results of the first, the transfer functions of the system elements and the filtering block are defined. In the third stage, the verification of the identification results, which used experimental data and received transfer functions in the second stage, was performed.

The separation of the signal records that are active at the inputs and outputs of the AK-CC 550 controller and Danfoss thermostat valve allows you to determine the linearized pattern of the dynamics of the specified elements, which corresponds to the mode of operation of these elements during the recording of signals. The new transfer functions obtained form the basis for adapting the known methods of synthesis of control systems to the definition of the structure and parameters of the law of control, which is aimed at improving the efficiency of the use of cold in real operating conditions.

a refrigerant, an evaporator, a block diagram, a vector, a disturbance, a regulator

Одержано (Received) 05.02.2018

УДК 62:374:004.231.3

Ю.Б. Паладійчук, доц., канд. техн. наук, В.С. Руткевич, канд. техн. наук, М.В. Зінєв, асист.

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

І.О. Лісовий, канд. техн. наук

Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

Перспективи використання відкритого програмного комплексу arduino для вивчення технічних дисциплін

Стаття присвячена питанню підвищення рівня якості навчання технічним дисциплінам у вищих навчальних закладах освіти, за рахунок впровадження в навчальний процес апаратної платформи Arduino UNO. В статті проаналізовано сучасний стан проблеми підготовки технічних фахівців, методи їх підготовки в найбільш розвинених країнах світу, можливі напрямки вирішення існуючої проблеми за рахунок використання інноваційних методів навчання технічним дисциплінам, з використанням програмованої апаратної платформи Arduino UNO. Для обґрунтування запропонованої методики виконано порівняльний аналіз ряду популярних програмних платформ з наведеною Arduino UNO,

© Ю.Б. Паладійчук, В.С. Руткевич, М.В. Зінєв, І.О. Лісовий, 2018

представлено основні технічні характеристики найбільш розповсюджених платформ серед модельного ряду марки Arduino. Наводиться функціональний опис та технічні характеристики Arduino UNO, методи програмування та можливі варіанти апаратних модулів для компонування з Arduino UNO. Наведено приклади використання Arduino UNO в системах автоматичного керування та в навчальному процесі під час підготовки інженерів спеціальності «Агроінженерія», та електротехніків спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

програмний комплекс, мікропроцесорна техніка, автоматизована система керування, мікроконтролер

Ю.Б. Паладійчук, доц., канд. техн. наук, В.С. Руткевич, канд. техн. наук, М.В. Зинев, асист.

Винницький національний аграрний університет, г. Вінниця, Україна

И.А. Лесовой, канд. техн. наук

Уманський національний університет садівництва, г. Умань, Україна

Перспективы использования открытого программного комплекса arduino для изучения технических дисциплин

Статья посвящена вопросу повышения уровня качества обучения техническим дисциплинам в высших учебных заведениях, за счет внедрения в учебный процесс аппаратной платформы Arduino UNO. В статье проанализировано современное состояние проблемы подготовки технических специалистов, методы их подготовки в наиболее развитых странах мира, возможные направления решения существующей проблемы за счет использования инновационных методов обучения техническим дисциплинам с использованием программируемой аппаратной платформы Arduino UNO. Для обоснования предложенной методики выполнен сравнительный анализ ряда популярных программных платформ приведенной Arduino UNO, представлены основные технические характеристики наиболее распространенных платформ среди модельного ряда марки Arduino. Приводится функциональное описание и технические характеристики Arduino UNO, методы программирования и возможные варианты аппаратных модулей для компоновки с Arduino UNO. Приведены примеры использования Arduino UNO в системах автоматического управления и в учебном процессе при подготовке инженеров специальности «Агроинженерия», и электротехников специальности «Электроэнергетика, электротехника и электромеханика».

программный комплекс, микропроцессорная техника, автоматизированная система управления, микроконтроллер

Постановка проблеми. Стрімкі темпи розвитку науки і техніки викликають необхідність щоденного освоєння значних об'ємів інформації. Така тенденція спричиняє появу нових дисциплін, що в свою чергу викликає необхідність зміни навчальних програм та адаптації їх під сучасні вимоги. Важливим питанням в процесі підготовки технічних спеціалістів, є забезпечення якості підготовки майбутніх фахівців. Підґрунтям для забезпечення високого рівня знань майбутніми фахівцями є інтеграція інформаційних технологій в основу технічних та інженерних дисциплін.

Сьогодні форма освіти, що реалізується в вищих аграрних навчальних закладах, представлена лабораторними та практичними роботами, що зазвичай проводяться на морально і технічно застарілих агрегатах та стендах, а вивчення сучасних інформаційних та технічних дисциплін обмежується вивченням інформатики, комп'ютерної техніки, систем САПР на базовому рівні.

Широке розповсюдження електроніки та мікропроцесорної техніки, викликає необхідність освоєння основ програмування, отримання базових знань електроніки та мікропроцесорної техніки. Низький рівень впровадження профільних дисциплін даного напрямку сповільнюється через відсутність у більшості викладачів необхідних досвіду та знань. В США, Японії, та багатьох інших країнах Європи та світу починають вивчати основи робототехніки та програмування ще з молодших класів школи, учні створюють свої проекти, навчаються вирішувати складні технічні завдання.

Для підтримки талановитої молоді у більшості обласних центрів України створені – своєрідні стартові майданчики, що надають необхідну науково-технічну базу для подальшого фахового розвитку та становлення майбутніх технічних фахівців [1].

Для майбутнього фахівця галузі аграрного виробництва актуальним є освоєння основ електроніки та мікропроцесорної техніки, в зв'язку з масовою інтеграцією даних пристроїв в виробничий процес. Знання основ програмування, структури та методів створення електронних пристроїв, вивчення схем сучасних автоматизованих систем методами наочного вивчення дозволить вітчизняним фахівцям бути конкурентоспроможними не лише на внутрішньому, а й на зовнішньому ринку праці.

Однак, як показує практика, освоєння цих дисциплін якщо і проводиться то на прикладі застарілих лабораторних пристроїв типу «Мікролаб КР 580 ИК80», в основу яких входить мікропроцесор КР 580 ИК80, що по суті є вітчизняним аналогом мікропроцесора Intel i8080A. Мікропроцесор КР 580 ИК80 випускався вітчизняною промисловістю з 1977 р. по середину 1990-х років [2].

Аналіз досліджень та публікацій. Питанням впровадження сучасних електронних пристроїв в навчальний процес свого часу займалось багато вчених, педагогів та науковців. Питанням розвитку інженерного мислення в майбутніх фахівців технічних спеціальностей розглядали такі науковці: Tod E. Kurt [5], Massimo Banzi [6], Brian W. Evans [7], Кривонос О.М., Кузьменко С.В. [1]. Їх роботи присвячені теоретичному та практичному використанню інформаційних технологій у підготовці майбутнього фахівця.

Такі всесвітньо відомі вчені як Tod E. Kurt, Massimo Banzi, Brian W. Evans основну увагу приділяли саме опанування практичних навиків у використанні сучасної інформаційної техніки, вони розглядають питання створення автоматизованих систем керування, робото-технічних систем, систем контролю та індикації. Їх роботи направлені на розвиток у майбутнього інженера нестандартних підходів до розв'язання складних технічних задач.









Серед вітчизняних вчених варто відмітити роботу Кривоноса О.М. та Кузьменка С.В., щодо перспектив використання відкритої програмної платформи Arduino Nano 3 у навчальному процесі вищої школи [1].

Метою статті є аналіз відкритої програмної платформи Arduino UNO та її апаратної частини, ознайомлення з її функціональними можливостями та технічними характеристиками, здійснення порівняльної характеристики найбільш популярних програмних платформ та визначення перспектив застосування даного пристрою для вивчення технічних дисциплін.

Постановка завдання. Основними методами дослідження використаними в даній роботі були методи порівняння, аналізу та систематизації отриманої інформації. В процесі дослідження було проведено порівняльний аналіз найбільш поширених програмних платформ та мікропроцесорних пристроїв, що широко використовуються в різних сучасних електронних системах. Узагальнено та систематизовано вітчизняний та зарубіжний досвід по використанню та впровадженню інноваційних технологій в навчальний процес з використанням Arduino UNO.

Виклад основного матеріалу. На сьогоднішній день на ринку України присутня велика кількість програмних платформ, що здатні реалізовувати управління фізичними процесами на рівні достатньому для їх використання не лише в навчальному процесі, але й для автоматизації досить складних технологічних процесів. Найбільш поширені програмні платформи та мікропроцесорні пристрої показані в табл. 1 [3,4].

Таблиця 1 – Поширені програмні платформи та мікропроцесорні пристрої

	
Raspberry Pi 3 Model B.	Orange Pi PC Plus
	
ODROID-C2	pcDuino v.3 Sparkfun
	
Intel Genuino 101	Миникомп'ютер NanoPI M1
	
Arduino Uno Rev3	Iskra neo – Аналог arduino-leonardo

Arduino – невелика за розмірами плата мікроконтролера з роз'ємом USB для підключення до комп'ютера та низкою контактів для з'єднання проводами із зовнішніми пристроями, таких як електроприводи, реле, фотоелементи, світлодіоди, гучномовці, мікрофони та інше. Платою можна керувати з комп'ютера, або запрограмувати її, а після від'єднання від комп'ютера вона буде працювати автономно.

Модель Arduino Uno R3 вважають базовою платою Arduino.

Arduino UNO універсальний засіб автоматизації, вона може працювати як в симбіозі з ПК так і самостійно від незалежного джерела живлення. Завдяки різноманіттю апаратного та програмного забезпечення призначеного для роботи з Arduino UNO, а це більше 50 різноманітних датчиків та модулів (табл.3), ми можемо створити майже будь-яку автоматизовану інтелектуальну систему.

Таблиця 2 – Технічні характеристики популярних платформ Arduino

Назва	Мікроконтролер		Flash-пам'ять	Оперативна пам'ять	Аналогові входи	Цифрові входи та виходи		ШІМ
	Марка	Частота, МГц	КБ	КБ		Цифрові входи	Цифрові виходи	
Arduino UNO	ATmega328	16	32	2	6	14(6 ШІМ)		
Arduino Leonardo	ATmega32u4	16	32	2.5	12	20	7	
Arduino Mini	ATmega328	16	32	2	8	14(6 ШІМ)		
Arduino Nano	ATmega168 (328)	16	16/32	1	8	14(6 ШІМ)		
Arduino Mega 2560	ATmega2560	16	256	8	16	54(14 ШІМ)		

Таблиця 3 – Датчики та модулі для використання з Arduino UNO

		
Датчик дощу	Датчик вологості та температури	Датчик вологості ґрунту
		
Датчик руху	Датчик відстані	Реле

Базовим середовищем для роботи з Arduino є Arduino IDE, його робота заснована на мові програмування Processing, але завдяки значній популярності сьогодні працювати з Arduino можна використовуючи і інші програмні платформи наприклад [9, 10]:

- FLProg програмування відбувається за допомогою графічних мов FBD і LAD, що використовують для програмування промислових контролерів.

- Fritzing – програма для прототипування проектів на Arduino та інших популярних платформах. Перевагою даної платформи є наявність великої бібліотеки

принципових елементів електронних схем. Дана програма доступна у безкоштовній та платній формах. Розроблений проект можна одразу перенести на друковану плату.

- Minibloq – це графічне середовище розробки для Arduino та інших платформ. Його основна мета полягає в наданні допомоги в навчанні програмуванню. Орієнтована на використання в робототехніці для навчання студентів початкових, середніх та вищих навчальних закладів. Широко використовується в Аргентині, де тільки в провінції Сан-Луїс, більше 60000 дітей були навчені за допомогою цього програмного забезпечення в державних школах. Доступна версія Minibloq v 0.82. Beta.

- Онлайн ресурс Tinkercad.com дозволяє спроектувати та провести симуляцію робочого процесу розробленого проекту, також є можливість розробки 3D моделей деталей які в подальшому можуть бути використані для реалізації проекту, деталі можна роздрукувати на 3D принтері.

На базі апаратної платформи можна реалізувати як прості так і більш складні системи автоматизації, вирішувати задачі управління об'єктами, здійснювати дистанційний збір і обробку технологічних параметрів і багато чого іншого. Наприклад нами дана платформа використовується для вивчення основ автоматичного керування, принципів роботи датчиків та методів їх підключення і використання в технологічних процесах. Розроблено ряд лабораторних робіт, що дозволяють на простих та зрозумілих прикладах опанувати основи автоматичного керування, регулювання та ін.

Висновок. Низька ціна, доступність, можливість реалізації складних інженерних задач автоматизації, прості та зрозумілі пересічній людині методи програмування, низька в порівнянні з іншими промисловими зразками вартість реалізації проектів дозволяють зробити висновок, що впровадження Arduino в навчальний процес, дасть можливість підвищити якість підготовки майбутніх спеціалістів не лише аграрної галузі, а й інших технічних спеціальностей.

Список літератури

1. Кривонос О.М. Огляд та перспективи використання платформи ARDUINO Nano 3.0 у вищій школі [Текст] / О.М. Кривонос, Є.В. Кузьменко, С.В. Кузьменко / Інформаційні технології і засоби навчання. – 2016. – Т. 56. – №6. – С. 77-87.
2. KP580BM80A [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/KP580BM80A>.
3. Інтернет-магазин «Ардуіно в Україні» продаж Arduino, Raspberry Pi мікропроцесорів в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino-ua.com>.
4. Iskra-Neo [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://amperka.ru/product/iskra-neo>.
5. Tod E. Kurt. Arduino and bionic / Tod E. Kurt / Machineproject – November 2007.
6. Massimo Banzì. GETTING STARTED WITH ARDUINO / Massimo Banzì. – М.: Рид Групп, 2012. – 128 с.
7. Brian W. Evans. Arduino Programming Notebook / Brian W. Evans / California USA 2007 – 40 p.
8. Arduino [Електронний ресурс] / Інформаційний Інтернет ресурс // Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>
9. Заїка В.І. Застосування платформи ARDUINO для навчання, практична реалізація проектів автоматизації / В.І. Заїка, О.В. Макєєв, М.О. Машенцов // Матеріали Науково-методичного Інтернет-семінару «Актуальні проблеми підготовки фахівців з автоматизації виробництва», 27 квітня 2015 р. [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2015. – 55 с. – Режим доступу: <http://nuft.edu.ua/page/view/konferentsii>
10. Иванов М.И. Экспериментальный стенд для исследования системы гидравлических приводов блочно-порционный відокремлювача консервованого корму [Текст] / М.І. Иванов, С.А. Шаргородський, В.С. Руткевич // Промислова гідравліка і пневматика. – 2016. – №1 (51). – С. 77-84.

References

1. Kryvonos, O.M. & Kuzmenko, YE.V. & Kuzmenko, S.V. (2016). Ohlyad ta perspektyvy vykorystannya platformy ARDUINO Nano 3.0 u vyshchii shkoli [Survey and prospects of arduino nano 3.0 platform use in high school]. *Informatsiyni tekhnolohiyi i zasoby navchannya – Information technologies and learning tools*, Vol. 56, 6, 77-87.
2. KR580VM80A. *ru.wikipedia.org*. Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/KR580VM80A>.
3. Internet-mahazyn «Arduino v Ukraini» prodazh Arduino, Raspberry Pi mikroprotsesoriv v Ukraini [Arduino-Ukraine online store selling Arduino, Raspberry Pi microprocessors in Ukraine]. *arduino-ua.com*. Retrieved from <https://arduino-ua.com>.
4. Iskra-Neo. *amperka.ru*. Retrieved from <http://amperka.ru/product/iskra-neo>.
5. Tod, E. Kurt (2007). *Arduino and bionic*. Machineproject.
6. Massimo, Banzhi (2012). *GETTING STARTED WITH ARDUINO*, Moscow: Ryd Hrapp.
7. Brian W. Evans (2007). *Arduino Programming Notebook*. California USA.
8. Arduino. *arduino.cc*. Retrieved from <https://www.arduino.cc/>
9. Zayika, V.I., Makyeyev, O.V. & Mashentsov, M.O. (2015). Zastosuvannya platformy ARDUINO dlya navchannya, praktychna realizatsiya proektiv avtomatyzatsiyi [Application of the ARDUINO platform for training, practical implementation of automation projects]. Actual problems of training specialists in automation of production '15. *Naukovo-metodychnyi Internet-seminar (27 kvitnya 2015 roku) – Scientific-methodical Internet-seminar (55 p.)*. Kyiv: NUKHT. Retieved from <http://nuft.edu.ua/page/view/konferentsii>
10. Ivanov, M.I., Sharhorodskii, S.A. & Rutkevich, V.S. (2016). Eksperymentalnyi stend dlia doslidzhennya systemy hidravlichnykh pryvodiv blochno-portsiinoho vidokremlivacha konservovanoho kormy [Experimental model for the study of hydraulics actuators block separator portion of canned feed]. *Promyslova gidravlika i pnevmatika – Industrial hydraulics and pneumatics*, 1 (51), 77-84.

Yuriy Palyadichuk, Assoc. Prof., Phd tech. sci., Volodymyr Rutkevych, Phd tech. sci., Mykhailo Zinev
Vinnitsia national agrarian university, Vinnitsia, Ukraine

Ivan Lisovoy, Phd tech. sci.

Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

The Prospects of Using the Arduino Open Software Package for Studying Technical Courses

The article is devoted to the issue of improving the quality of training in technical disciplines in higher educational institutions, due to the introduction of the Arduino UNO hardware platform.

The article analyzes the current state of the problem of preparation of technical specialists, methods of their preparation in the most developed countries of the world, possible directions for solving the existing problem by using innovative methods of training in technical disciplines, using the programmable hardware platform Arduino UNO. To substantiate the proposed method, a comparative analysis of a number of popular software platforms provided by Arduino UNO has been made, the main technical characteristics of the most widely used platforms among the Arduino brand range are presented. The Arduino UNO functional descriptions and technical specifications, programming methods and possible variants of hardware modules for layout with Arduino UNO are provided. Examples of using Arduino UNO in the systems of automatic control and in the educational process during preparation of engineers of the specialty «Agroengineering» and electricians of the specialty «Power engineering, electrical engineering and electromechanics» are given.

The prospects of application of this device for studying a number of technical courses are considered.

software complex, microprocessor technology, automated control system, microcontroller

Одержано (Received) 09.11.2017