

## ВИВЧЕННЯ ОСНОВ МІКРОЕЛЕКТРОННОЇ СХЕМОТЕХНІКИ В СИСТЕМІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ-ФІЗИКІВ

*Розглянуто актуальні проблеми розроблення методичних основ використання мікроелектронної схемотехніки в системі фахової підготовки студентів-фізиків. Описано можливості застосування платформ Arduino у науково-дослідній роботі з фізики та в процесі проектування й виготовлення нового навчального обладнання.*

**Ключові слова:** мікроелектроніка, інформаційно-комунікаційні технології, платформи Arduino, навчальний фізичний експеримент.

Пріоритетні напрямки розбудови сучасні фізичної освіти реалізуються через удосконалення системи навчально-виховного процесу, розроблення нових засобів та методів навчання, розвиток передових технологій навчання із використанням комп'ютерної техніки з відповідним програмним забезпеченням. Зростання соціальних стандартів вимагає швидкої зміни змістового наповнення навчальних дисциплін, що пов'язано з високими темпами модернізації педагогічних технологій.

Основою прискорення цього процесу є сучасні інформаційно-комунікаційні засоби навчання, серед яких провідне місце посідають технології, що базуються на використанні мікроелектронної схемотехніки.

**Постановка проблеми.** Формування фахових компетентностей майбутніх учителів фізики можливе при комплексному застосуванні різних форм та методів навчання. Науково-дослідну роботу включають у навчальний процес відповідно до навчальних планів і робочих програм, або виконують у позаурочний час. Як показує аналіз та результати проведених нами досліджень, досить ефективним прийомом, що дозволяє активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів (майбутніх вчителів фізики) є залучення їх до конструктивно-технічної роботи. Особливо дієвим, з точки зору практичної реалізації, є радіотехнічне та робототехнічне конструювання з використанням програмного забезпечення комп'ютерної техніки та елементної бази сучасної мікроелектроніки. **Актуальною** сьогодні є проблема розроблення методичної основи для формування знань та умінь студентів щодо використання цих засобів в науково-дослідній роботі з фізики та в процесі проектування й виготовлення нового навчального обладнання.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Проблема розвитку технічного мислення особистості знайшла своє відображення у дослідженнях багатьох педагогів та психологів. Ряд науковців розглядають конструкторську діяльність як один із засобів формування технічного мислення, творчих здібностей: Г. Альтшуллер, А. Давиденко, Т. Кудрявцев, Є. Мілерян, В. Моляко, І. Ройтман, П. Якобсон та інші. Такі дослідження, в основному, були спрямовані на учнів середньої школи та професійно-технічних училищ. Проблеми обґрунтування теоретичних і методичних основ використання інформаційних технологій (ІТ) при підготовці майбутнього вчителя фізики приділяли увагу багато вчених, зокрема П. Атаманчук, В. Биков, С. Величко, Н. Волегова, Ю. Жук, В. Заболотний, О. Іваницький, О. Ляшенко, П. Самойленко, В. Сергієнко, В. Сиротюк, Н. Сосницька, Є. Смирнова-Трибульська, В. Сумський та інші. Окремі публікації Л. Благодаренко та М. Шута розкривають зміст та перспективи політехнізації національної фізичної освіти. Разом з тим теоретичні, методичні та технологічні основи вивчення мікроелектронної схемотехніки в системі фахової підготовки студентів-фізиків досліджені не достатньо повно [2].

**Мета статті** полягає в розкритті особливостей формування творчих здібностей у майбутніх учителів фізики в процесі конструювання та виготовлення нового навчального обладнання на основі мікроелектронної схемотехніки, програмно-апаратних засобів комп'ютерної техніки та апаратних платформ Arduino.

**Виклад основного матеріалу.** З метою залучення студентів до конструктивно-технічної роботи на фізичному факультеті Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки сформовано творчу групу студентів (проблемну групу), що в позаурочний час, за спеціально складеною програмою займається питаннями розробки та виготовлення нового навчального обладнання, робототехнічних систем, пристроїв автоматики на сучасній елементній базі. Метою є забезпечення умов для вироблення умінь та навичок роботи з радіоелектронними пристроями та комп'ютерною технікою, розуміння технічних застосувань засобів електроніки та мікропроцесорної техніки. Не менш важливими завданнями є опанування основами автоматизації фізичного експерименту, графічного програмування, програмування мікроконтролерів, проектування комп'ютерних інформаційно-вимірювальних лабораторій. Як правило, тематика курсових, а потім дипломних і магістерських робіт студентів відповідає їхній сфері інтересів і тематиці роботи проблемної групи. Результати своєї роботи студенти публікують у збірниках наукових праць науково-практичних конференцій аспірантів і студентів, виступають з доповідями та повідомленнями.

Основними напрямками роботи групи, згідно затвердженого плану, є: 1) теоретична та 2) конструктивно-технічна. Перший передбачає вивчення елементної бази сучасної мікроелектроніки, ознайомлення з основними етапами її розвитку, аналізу стану впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний фізичний експеримент та психолого-педагогічні основи використання.

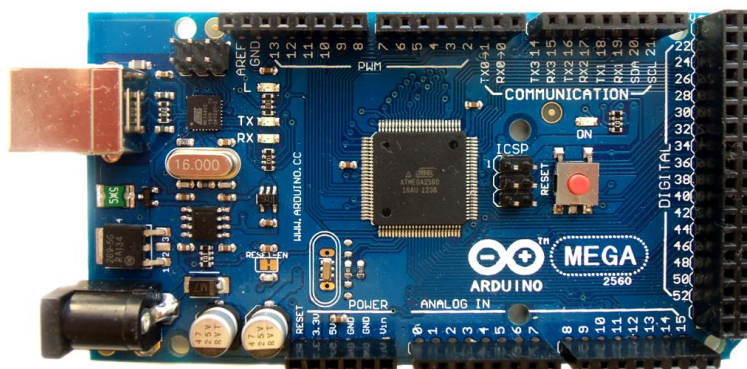
У тематику теоретичних засідань групи також включено вивчення змісту та структури навчального фізичного експерименту, можливостей та перспектив використання мікроконтролерів у сучасній схемотехніці навчального обладнання, ознайомлення з апаратними та програмними можливостями

комп'ютерної техніки. Основою практичної роботи є радіотехнічне конструювання, графічне програмування, програмування мікроконтролерів, проектування та виготовлення нового навчального обладнання для лабораторій, модернізація та удосконалення існуючих приладів та установок.

Поширеними елементами, що використовуються зараз в електронній схемотехніці є мікроконтролери – універсальні мікросхеми, конфігурацію яких можна змінювати в залежності від завдання, яке повинен виконувати прилад чи установка. В поєднанні з програмним забезпеченням на їх основі можна будувати інформаційно-вимірвальні системи (автоматизовані системами збору даних), які ефективні у демонстраційному та лабораторному фізичному експерименті, науково-дослідній роботі. З досвіду відомо, що найбільш проблематичним є проектування та виготовлення базового блоку – плати збору даних. Промислові зразки вимагають значних фінансових затрат, які непосильні для навчальних закладів. Ми пропонуємо, як альтернативу, популярний серед користувачів електронного обладнання та радіоаматорів блок Arduino – інструмент для проектування електронних пристроїв.

Це платформа з відкритим програмним кодом, побудована на мікроконтролері, що підтримує сучасне середовище для написання програмного забезпечення. Випущений в 2005 році як інструмент для студентів Інституту проектування взаємодій італійського містечка Івреа (Interaction Design Institute Ivrea, IDII) [4]. Arduino застосовують для створення електронних пристроїв, робототехнічних та інших конструкцій з можливістю прийому сигналів від різних цифрових і аналогових датчиків та управління різними виконавчими пристроями. Arduino – апаратна обчислювальна платформа, основними компонентами якої є плата вводу/виводу та середовище розробки, організоване на мові Processing. Arduino можна використовувати для створення автономних інтерактивних об'єктів і підключати до програмного забезпечення, наприклад: Adobe Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider, тощо.

Плата Arduino (модель Mega 2560 показано на мал. 1) має розміри пластикової картки і складається з мікроконтролера Atmel AVR, а також елементів для програмування та інтеграції з іншими пристроями. На багатьох платах присутній лінійний стабілізатор напруги +5В або +3,3В. Тактування здійснюється на частоті 16 або 8 МГц кварцовим резонатором. У мікроконтролер записаний завантажувач (bootloader), тому зовнішній програматор не потрібен.



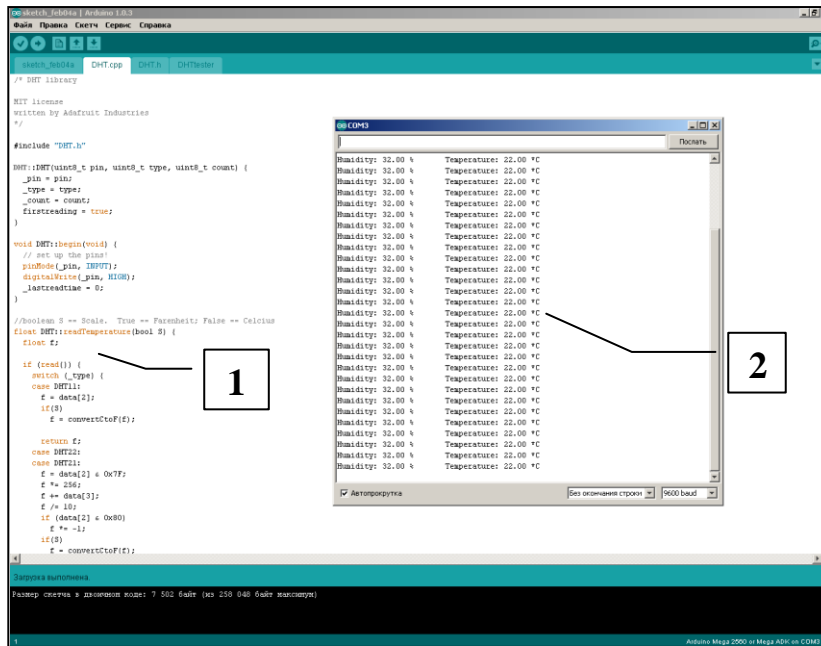
Мал. 1. Плата Arduino Mega 2560

На концептуальному рівні усі плати програмуються через RS-232 (послідовний порт), але новіші можна програмувати і через USB завдяки мікросхемі-конвертеру USB-to-Serial FTDI FT232R. Це дозволяє програмувати конвертер таким чином, щоб платформа відразу розпізнавалася як пристрій за вибором розробника зі всіма необхідними додатковими сигналами керування. Плати Arduino дозволяють використовувати значну кількість вхідних та вихідних виводів мікроконтролера у зовнішніх схемах. Також існує ряд зовнішніх плат розширення, які називаються "shields" ("шилди"), їх під'єднують до плат через штиркові роз'єми.

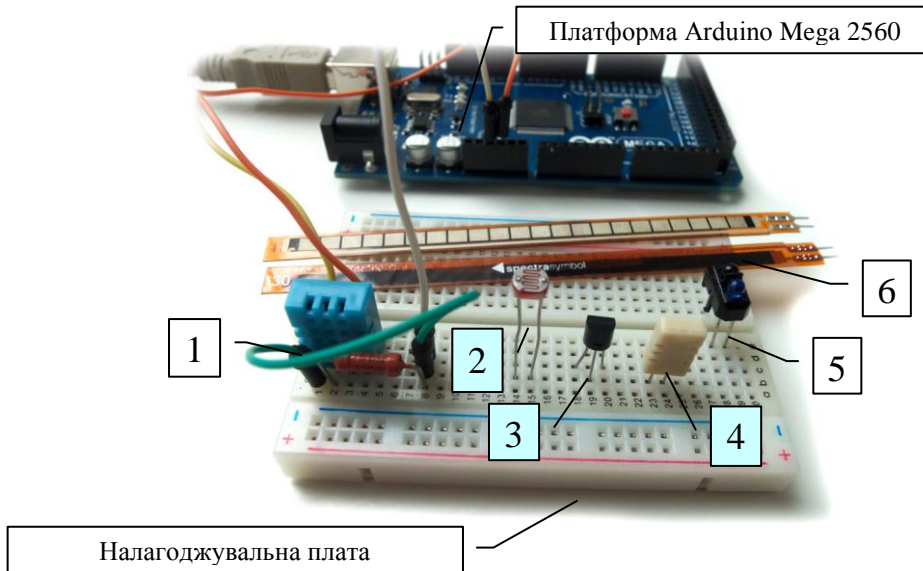
Інтегроване середовище розробки Arduino (мал. 2) (стабільний випуск версії 1.0.2 5 листопад 2012 року) це багатоплатформовий додаток на Java, що включає в себе редактор коду, компілятор і модуль передачі програми прошивки в плату (1). Середовище розробки засноване на мові програмування Processing є безкоштовним, спроектоване для програмування новачками, не знайомими з розробкою програмного забезпечення. Мова програмування аналогічній мові Wiring. По іншому – це C++, доповнена деякими бібліотеками. Програми обробляються за допомогою препроцесора, а потім компілюється за допомогою AVR-GCC. Результати роботи периферійних пристроїв, наприклад датчика вологості та температури DHT11, можна спостерігати через монітор порту (2), який розміщено в закладці "Сервіс".

Особливістю Arduino є та, що виробник пропонує широкий спектр різноманітних датчиків, які з успіхом можна використати в складі навчальної інформаційно-вимірвальної системи. На мал. 3. показано підключену до платформи Arduino Mega 2560 налагоджувальну плату. На ній розміщено:

- 1) DHT11 – цифровий датчик температури й вологості, що дозволяє виміряти температуру в межах 0-50 °С з точністю  $\pm 2$  °С.
- 2) Датчик освітленості.
- 3) DS18B20 – датчик температури. Діапазон вимірюваних температур від  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$  з точністю  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .



Мал. 2. Середовище розробки Arduino (1) та монітор порту (2)



Мал. 3. Налагоджувальна плата з датчиками

4) Резистивний датчик вологості HR31. Датчик змінює свій опір при зміні вологості. Спроектований для визначення вологості у широкому діапазоні, має високу стабільність, що дозволяє використовувати для контролю якості повітря в приміщенні, промислових системах, медичних приладах, тощо.

5) Інфрачервоний датчик TCRT5000. Цей датчик формує інфрачервоний сигнал, а потім "ловить" його відбиття від поверхні. Залежно від типу та кольору поверхні міняється інтенсивність відбитого сигналу. По цій інтенсивності можна приблизно судити про відтінки кольору поверхні, також можна використовувати як датчик Холла, наприклад, для визначення швидкості обертання. Складається зі світлодіода що випромінює світловий потік в інфрачервоному діапазоні та фототранзистора. Робоча відстань 12 мм.

6) Датчики згину. При деформації згину пропорційно зростає опір. Використовують, наприклад, як сенсори в рукавицях Nintendo Power Glove.

Крім цього у деяких наших проектах широкого застосування набули: ультразвуковий датчик відстані HC-SR04 (це стабільний і точний ultrasonic sonar (сонар), який може вимірювати відстань від 0 см до 1500 мм з точністю до 3 мм), датчик Холла А3144, датчик удару 801S, датчик тиску та ряд інших. Реалізовано прями вимірювання напруги, струму, створено віртуальні прилади: осцилограф, спектралізатор, частотомір.

Плати розширення, що встановлюються на платформи, урізноманітнюють функціональність Arduino для управління різними пристроями та отримання даних, тощо. Плата розширення Xbee Shield, наприклад,

забезпечує за допомогою модуля Maxstream Xbee Zigbee бездротовий зв'язок з декількома пристроями Arduino в радіусі до 35 м (в приміщенні) і до 90 м (поза приміщенням). Плата розширення Motor Shield забезпечує управління двигунами постійного струму й зчитування датчиків положення. Плата розширення Ethernet Shield забезпечує підключення до Інтернету.

Проектування та виготовлення електронного обладнання для експериментально-дослідницької роботи з фізики стає доступнішим при залученні програмних комплексів імітаційного моделювання та графічного програмування [1, 3]. Одним із програмних продуктів, що використовуємо на лабораторних практикумах є LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench), що базується на компіляторі графічної мови програмування "G" і був розроблений американською компанією National Instruments. На основі LabVIEW можна з успіхом розробляти програми керування та збору даних на основі спеціалізованих плат вводу/виведення, в тому числі й Arduino [5].

На платформі Arduino з успіхом можна виготовити ряд корисних для фізичного експериментування та автоматизації фізичних досліджень приладів. Нами виготовлено та використовуються ряд вимірювальних приладів, побудовано універсальні панелі mini-ELVIS (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite) для навчальних дослідів з мікроелектроніки та схемотехніки.

Інформація про плату знаходиться у відкритому доступі й може бути використана для самостійного її виготовлення. Тому студенти мають можливість пройти усі етапи конструювання платформи від проектування друкованої плати різними способами (включаючи фоторезистивний), до програмування готової конструкції.

**Висновки.** Використання в навчальному процесі засобів мікроелектроніки, автоматики та робототехніки є одним із аспектів фахової підготовки майбутніх вчителів фізики та ефективного навчання учнів. Програмно-апаратні засоби Arduino забезпечують технологічні умови для розробки різноманітного обладнання та приладів.

**Перспективи подальших пошуків у напрямку дослідження** вбачаємо у розробленні методичних матеріалів щодо використання програмно-апаратних засобів Arduino в навчальних лабораторних практикумах, експериментально-дослідницькій роботі з фізики, конструктивно-технічній діяльності студентів-фізиків та учнів – слухачів секцій "Електроніка та приладобудування" і "Робототехніка" Волинської Малої академії наук.

#### Використані джерела

1. Ляшенко О.І. Моделювання та дослідження електронних пристроїв: навч. посіб. / О.І. Ляшенко, О.С. Мартинюк. – Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2013. – 217 с. + CD.
2. Мартинюк О.С. Проектування та технологія виготовлення інформаційно-вимірювальних систем для експериментально-дослідницької роботи з фізики / О. С. Мартинюк // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Вип. 89, серія: педагогічні науки: збірник. – Чернігів: ЧДПУ, 2011. – С.324-329.
3. Martyniuk O. Methodological support of composite laboratory practicum using software and hardware from National Instruments / O. S. Martyniuk. – Zbiór raportów naukowych. Wykonane na materiałach Międzynarodowej Naukowi-Praktycznej Konferencji "Postępy w nauce w ostatnich latach. Nowych rozwiązań" 28.12.2012 – 30.12.2012 roku. – Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. "Diamond trading tour", – 2012. – Str. 26-29.
4. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.arduino.cc/>
5. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://decibel.ni.com/content/groups/labview-interface-for-arduino>

*Martyniuk O.S.*

#### A STUDY OF BASES OF MICROELECTRONICS IN SYSTEM OF PROFESSIONAL PREPARATION OF STUDENTS-PHYSICIST

*The issues of the day of development of methodical bases of the use of tools of microelectronics are considered in the system of professional preparation of students-physicists. Possibilities of application of platforms Arduino are described in research work from physics and in the process of planning and making of new educational equipment.*

**Key words:** *microelectronics, of informatively communication technologies, platforms Arduino, educational physical experiment.*

*Стаття рекомендована кафедрою загальної фізики та методики викладання фізики Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.*

*Стаття надійшла до редакції: 21.04.2013*