

УДК 621.382

**Гайдукевич С.В.**

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
«Бережанський агротехнічний інститут»

**Семенова Н.П.**

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
«Бережанський агротехнічний інститут»

## ОСОБЛИВОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ

*Сформульовано вимоги до сучасних лабораторій та практичної складової навчального процесу при підготовці майбутніх фахівців технічного профілю на прикладі навчальної дисципліни «Електротехнічні системи електроспоживання» зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка». Проведено обґрунтування доцільності та переваги модернізації лабораторної бази навчальних лабораторій на базі впровадження сучасного обладнання та новітніх технологій.*

**Ключові слова:** навчальна лабораторія, мікропроцесори, Arduino Uno.

**Постановка проблеми.** Однією з найважливіших характеристик сучасного суспільства є перебування під впливом потужних глобалізаційних процесів, швидких змін умов життя, бурхливого розвитку новітніх технологій, широкого використання у всіх галузях промисловості та електроапаратобудуванні мікропроцесорів та безпосереднього їх впровадження в пристрої управління електричними апаратами, техніку релейного захисту, системи протиаварійної автоматики, в автоматизовані системи управління технологічними процесами виробництва, випробування і дослідження технологічних процесів і електричних апаратів, що викликано появою нових підвищених і різноманітних вимог до систем автоматизації управління об'єктами. Тому головною метою модернізації учбових лабораторій та практичної складової частини навчального процесу являється підготовка висококваліфікованих фахівців, які будуть швидко адаптуватися до умов виробничої діяльності і здатні вирішувати виробничі, наукові завдання у тісному зв'язку із завданнями збереження та збагачення людських цінностей, розширення професійних якостей, що стосуються здатності людини як суб'єкта діяльності виконувати необхідну і достатню множину функцій, забезпечуючи при цьому досягнення цілей ефективними методами [2, с. 278] та підвищення кваліфікації інженерних кадрів енергетичного профілю.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Організація навчального процесу, формування змісту та діяльності з підготовки майбутніх інженерів-енергетиків сільськогосподарського виробництва завжди привертала увагу вітчизняних і зарубіжних дослідників.

Різноаспектному вивченню питання застосування новітніх технологій в навчальному процесі присвячено праці В. Беспалька, М. Сердюка, М. Голованя, Ю. Горошка, А. Новикова, Н. Щебетюка та ін.

Проте системний аналіз наукових джерел із означеної проблеми показує, що проведені дослідження не вичерпують повноти обсягу актуальності і практичної значущості проблем підготовки майбутнього інженера до професійної діяльності під час навчання у ВНЗ.

Серед дослідників, які розглядали питання комп'ютеризації навчання, слід виокремити В. Бикова, А. Веліховську, М. Кадемію, Ю. Рамського, О. Спіріна, Н. Тверезовську, А. Уварова.

Незважаючи на обшир наукових досліджень, присвячених різним аспектам досліджуваної проблеми, простежується недостатність досліджень, які б ілюстрували системний підхід щодо вивчення означеної проблеми в сучасних умовах [3, с. 278].

**Мета досліджень** – обґрунтування проблеми навчальних лабораторій та розробка принципово нових підходів до практичної складової частини

навчального процесу при підготовці майбутніх фахівців електротехнічного профілю на прикладі навчального курсу «Електротехнічні системи електроспоживання».

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз лабораторної бази вищих навчальних закладів України з електротехнічних спеціальностей показав, що зазвичай навчальні лабораторії залишаються оснащені застарілим обладнанням, яке залишилося з часів формування відповідних кафедр та факультетів [4, с. 185].

При інтенсивному розвитку науково-технічного прогресу з кожним днем в практичному навчальному процесі кількість задач збільшується. Стенди для дослідження різних методів нагріву, які базуються на основі існуючого лабораторного обладнання та релейно-контактної апаратури, не задовольняють сучасним вимогам ринку, так як опинилися не в змозі конкурувати з цифровими пристроями, в яких використовуються мікропроцесори.

В умовах кризи та недостатнього фінансування вищих навчальних закладів дуже важко вирішувати задачі модернізації лабораторної бази шляхом впровадження сучасної апаратури з широкими межами керування та вимірювання параметрів досліджуваної установки.

Аналізуючи обладнання лабораторії «Електротехнологій» та враховуючи свої можливості, покладена задача проведення модернізації своїми силами створивши універсальні пристрої, на базі існуючих стендів, які будуть відповідати сучасним тенденціям техніки, тобто охоплювати широкий спектр використання для виконання різноманітних технологічних процесів, матимуть достатню технічну базу для проведення не лише лабораторних робіт, а й зняття науково-дослідницьких експериментів, а також будуть володіти можливостями доповнення та нарощування, при необхідності, новою елементною базою.

При вивченні методу непрямого нагріву опром була реалізована установка для підтримання вологісно-температурного режиму. Об'єктом керування являвся саморобний інкубатор, в якому підтримувалася стала температура і вологість, а також приводився в рух електродвигун для обертання лотка з яйцями. Запропоноване рішення модернізації дозволило водночас досліджувати роботу системи керування параметрів мікроклімату приміщення інкубатора, реалізовану на класичній релейно-контактній базі керування, та систему, реалізовану на сучасному мікропроцесорному обладнанні, яка дозволяє проводити

необхідні налаштування складових стенду та досліджувати перехідні процеси з комп'ютерним керуванням від зовнішніх систем. При цьому можна провести порівняльний аналіз ручних та автоматичних засобів керування на базі мікропроцесора.

Такі методи проведення лабораторних робіт підвищують мотивацію студентів до навчання через популяризацію знань про можливості нових інформаційних технологій та мікроелектронних систем як засобів автоматизації технологічних досліджень та експериментів. Орієнтують на самостійну підготовку студентів, стимулюють на підвищення знань користування сучасними автоматизованими системами збору даних в експериментально-дослідницьких роботах та вивчення мов програмування для створення програмних засобів, розуміння принципів формування алгоритмів та способів їх реалізації.

Для виготовлення сучасного пристрою реалізували платформу Arduino Uno. Яка застосовується для створення електронних пристроїв, робототехнічних й інших конструкцій із можливістю прийому сигналів від різних цифрових та аналогових датчиків, які можуть бути підключені до неї, і керування різними виконавчими пристроями [5].

Arduino може використовуватися як для створення інтерактивних об'єктів автоматики, так і підключення до програмного забезпечення на комп'ютері через стандартні дротові і бездротові інтерфейси (наприклад: Adobe Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider).

Uno – сама популярна версія базової платформи Arduino USB, яка має стандартний порт USB.

Arduino Uno – пристрій на основі мікроконтролера ATmega328. До його складу входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів / виходів (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішньосхемного програмування (ICSP) і кнопка скидання.

Плати програмуються через USB, що можливо завдяки мікросхемі конвертера USB-to-Serial FT232R. Програмування плат Arduino ведеться через власну програмну оболонку (IDE), безкоштовно доступну на сайті Arduino. У цій оболонці є текстовий редактор, менеджер проектів, препроцесор, компілятор та інструменти для завантаження програми в мікроконтролер.

Програми Arduino пишуться мовою програмування C або C++. Середовище розробки Arduino

поставляється разом із бібліотекою програм, яка називається «Wiring».

Відмінними рисами виготовленого пристрою керування мікрокліматом інкубатора, виконаного на базі мікропроцесора, являється можливість значного розширення функцій шляхом додавання нових алгоритмів і програм в систему програмного забезпечення, високий рівень уніфікації елементів, можливість перепрограмування, для реалізації тих або інших функцій без зміни комплексу технічних і апаратних засобів і автоматизації процесів діагностики і настройки апаратури, а також перепрограмування для використання в інших технологічних процесах.

Задана дія  $G(t)$ , яка подається до мікропроцесора, який являється автоматичним керуючим пристроєм, забезпечує формування в ньому заданого значення температури  $T_0(G(t))$  і вологості  $\phi_0(G(t))$  (рис. 1). Фактичне значення температури  $T$  і вологості  $\phi$  вводиться до керуючого пристрою через основний зворотний зв'язок (ОЗЗ), в який ввімкнений комбінований датчик температури й вологості (сприймаючий елемент).

Керуюча дія  $U(t)$  в таких системах формується втоматичним керуючим пристроєм з використанням інформації про відхилення відповідно  $T, \phi$  від  $T_0, \phi_0$  тобто інформації про  $\Delta T = T_0 - T$  і  $\Delta \phi = \phi_0 - \phi$ . При цьому говорять, що така система працює за принципом відхилення.

Регулюючими органами об'єкту керування, що використовуються автоматичним керуючим пристроєм для стабілізації локального обігріву в приміщенні є нагрівальний елемент (НЕ) лампи розжарення, зволоження повітря – зрошувальна система (насос, вентилятор)

При цьому керуюча дія з боку автоматичного керуючого пристрою формується у вигляді вми-

кання НЕ при  $T < T_0$ ; вимкнення НЕ при  $T > T_0$  і вмикання СП при  $\phi < \phi_0$ ; вимкнення СП при  $\phi > \phi_0$ .

З характеристики (Рис.2) видно, що в статичній характеристиці позиційного регулятора є зона неоднозначності  $\Delta T_0 = T_{0 \max} - T_{0 \min}$ , завдяки якій ввімкнення і вимкнення НЕ (вимкнення і ввімкнення ЛР) виникає при різних температурах, що відрізняються на величину  $\Delta T_0$ .

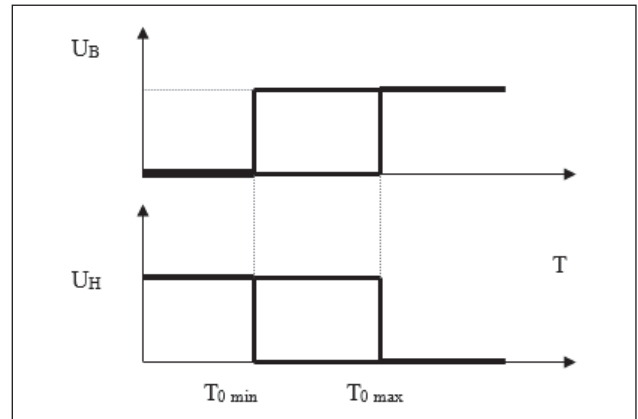


Рис. 2. Статична характеристика регулятора температури

Наявність зони неоднозначності  $\Delta T_0$  в характеристиці регулятора температури приводить до того, що в замкнутих системах стабілізації температури з таким регулятором усталений режим роботи, на якому  $T = T_0$ , неможливий. Температура в таких системах на усталених режимах роботи постійно змінюється, здійснюючи коливання відносно якогось середнього значення  $T_{0 \text{cp}}$ . Причиною цього є те, що при  $T \leq T_{0 \max}$  позиційний регулятор вмикає тільки НЕ, який збільшує  $T$  до  $T_{0 \max}$ , а при  $T \geq T_{0 \max}$  вимикає НЕ, який зменшує  $T$  до  $T_{0 \max}$ .

Введення в статичну характеристику регулятора температури зони неоднозначності (гістерез-

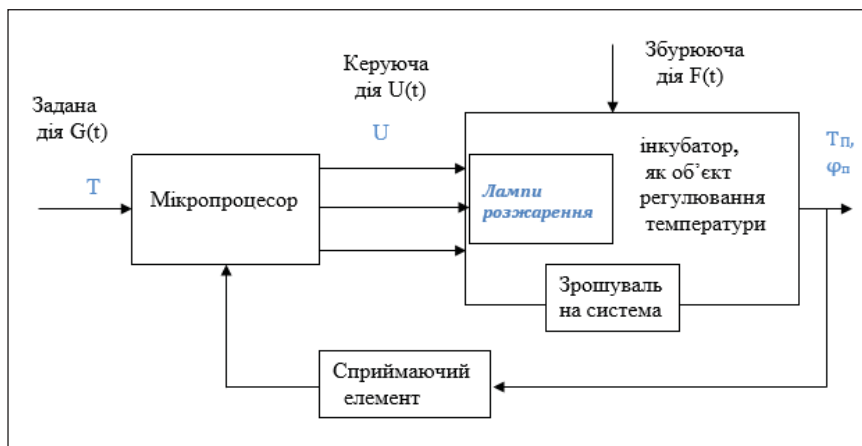


Рис. 1. Функціональна схема замкненої системи стабілізації температури й вологості повітря в інкубаторі

зису) усуває можливість повторних спрацювань позиційного регулятора на режимах перемикачів при  $T=T_0$  і підвищує тим самим, запас стійкості замкненої системи, що включає в себе позиційний регулятор.

Задана дія (ЗД), що прикладається до регулятора температури для його настройки на задану температуру  $T_0$  і зону неоднозначності  $\Delta T_0$ , формується оператором у вигляді повороту відповідних ручок настройки регулятора.

Сприймаючим елементом (СЕ і СП) вимірювального пристрою (ВП) мікропроцесора температури й вологості є датчик температури, який вмикається в одне плече вимірювальної мостової схеми змінного струму.



Рис. 3. Загальний вигляд пристрою

Сучасні мікропроцесорні установки мають малі габаритні розміри, і можуть розміщатися поруч з керованими об'єктами, володіють високою надійністю і розвиненими логічними можливостями, характеризуються низькими енергоспоживанням і вартістю, що має широкі спектри для використання при модернізації не тільки лабораторії «Електротехнологій», але й інших навчальних лабораторій для виконання різноманітних технологічних процесів (рис. 3).

Таким чином, використання в учбовому процесі виготовленого електронного пристрою, виконаного на базі мікропроцесора, дозволить:

- на більш високому рівні підготувати студентів до практичної реалізації інженерно-технічних рішень;
- оцінити енергоефективність методів регулювання параметрів досліджуваної установки;
- виконати аналіз досліджуваних параметрів;
- вивчити специфіку дистанційного регулювання параметрів об'єкту керування;
- побудувати характеристики замкнутих систем;
- досліджувати статичні та динамічні режими роботи об'єкту керування;
- отримати навички роботи із сучасним обладнанням та програмним забезпеченням, що використовується в автоматизованих системах керування технологічним процесом;

- вивчити принципи побудови та функціонування силових перетворюваних пристроїв;

- досліджувати енергетичні процеси в складних електричних і електромеханічних перетворювачах енергії;

- виконати оцінювання ресурсу та технічного стану електромеханічних систем на базі складової миттєвої потужності та показників якості перетворення енергії;

- отримати навички налаштування сучасних пристроїв при автоматизації й стабілізації технологічних параметрів у системах керування;

- тодержати стимул для набуття знань з інформатики та програмування, умінь проектування та використання автоматизованих систем збору даних;

- навчитися використовувати інформаційно-комунікаційні технології в експериментально-дослідницькій роботі з метою ефективного розв'язання нетипових завдань щодо отримання та подання інформації через мікросистеми збору даних, обробки цих даних, збереження для подальшого опрацювання;

- сформувати науковий світогляд як невід'ємну складову частину загальної культури людини, необхідної умови повноцінного життя в сучасному суспільстві;

- одержати інтелектуальний розвиток особистості, розвиток логічного мислення, алгоритмічної, інформаційної та графічної культури, пам'яті, уваги, інтуїції.

Пошук найбільш раціональних форм і методів формування умінь та навичок у студентів є одним із найголовніших завдань вищого навчального закладу, від яких залежить комплексна і якісна підготовка майбутнього фахівця [2, с. 280].

Найефективніший принцип підготовки інженерів є поєднання теоретичної і практичної складової навчального процесу. Це поєднання дозволяє за допомогою практичних занять закріпити одержані теоретичні відомості. При цьому існує певна суперечність між теоретичним і практичним навчанням. Наявність певної матеріальної бази для проведення лабораторних робіт стримує зміну теоретичного курсу. У той же час теоретичний курс повинен постійно удосконалюватися, мінятися відповідно до прогресу в тій або іншій області. Але процес інженерної освіти немислимий без отримання практичних знань і навичок. Як правило, для проведення практичних занять використовуються комп'ютерні моделі лабораторних стендів і устаткування. Проте складно переоцінити користь, з погляду якості освіти,

використовування для лабораторних і практичних занять реальних пристроїв, особливо в області електроніки.

**Висновки.** Одним із видів удосконалення практичної складової навчального процесу при підготовці майбутніх фахівців електротехнічного профілю є застосування сучасних інноваційних

технологій навчання та модернізації навчальних лабораторій пристроями, які виготовлені на базі мікропроцесора студентами під час виконання курсових і дипломних проєктів. Можливості яких дозволяють використання їх у лабораторних практикумах інших навчальних дисциплін та наукових дослідженнях кафедр.

#### Список літератури:

1. Омельченко Л.М., Керницький О.М. Проблема формування професійної компетентності майбутніх фахівців енергетичного профілю у сучасних умовах. Вісник КДУ імені Михайла Остроградського. 2010. Вип. 3/2010 (62). Ч. 1. С. 169–171.
2. Потапенко М.В., Рамш В.Ю., Семенова Н.П., Гайдукевич С.В. Особливості застосування комп'ютерного моделювання при вивченні фахових електротехнічних дисциплін. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016. Вип. 240. С. 278–284.
3. Наукова думка сучасності і майбутнього використання інноваційних педагогічних технологій у ВНЗ як фактор формування професійних умінь майбутнього викладача: матеріали XI всеукраїнської практично-пізнавальної конференції (1-7 травня 2017 р., Дніпро), Дніпро, 2017. 44 с.
4. Прітченко О.В., Калінов А.П., Мельников В.О. Використання дрібномасштабних фізичних моделей для дослідження систем керування електроприводами. Вісник КДПУ. 2010. Вип. 3/2010 (62). С. 184–188.
5. Мартинюк О. С. Підготовка майбутніх учителів фізики до використання засобів мікроелектроніки та комп'ютерної техніки в навчальному фізичному експерименті: монографія. Луцьк, 2013. С. 272.

#### ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

*Сформулированы требования к современным лабораториям и практической составляющей учебного процесса при подготовке будущих специалистов технического профиля на примере учебной дисциплины «Электротехнические системы электропотребления» по специальности «Электроэнергетика, электротехника и электромеханика». Проведено обоснование целесообразности и преимущества модернизации лабораторной базы учебных лабораторий на базе внедрения современного оборудования и новейших технологий.*

**Ключевые слова:** учебная лаборатория, микропроцессоры, Arduino Uno.

#### FEATURES OF MODERNIZATION OF EDUCATIONAL LABORATORIES

*The requirements are formulated to the modern laboratories and practical constituent of educational process at preparation of future specialists of technical type on the example of educational discipline «Electro-technical systems of electro-consumption» from speciality «Electroenergy, electro-technique and electromechanics». Generalization is conducted of expedience and advantage of modernization of laboratory base of educational laboratories on the base of introduction of modern equipment and newest technologies is conducted.*

**Key words:** educational laboratory, microprocessors, Arduino Uno.