

# КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИЙ ЕМУЛЯТОР НА ОСНОВІ ПРОМИСЛОВИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СВІТЛОФОРАМИ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*В доповіді розглянуті основні напрями проектування комп'ютеризованого емулятора для практичного вивчення системи управління світлофорами. Проектування виконується у повній відповідності до індивідуального завдання та розробленого технічного завдання.*

**Ключові слова:** проектування, комп'ютеризований емулятор, практичне вивчення, система управління, світлофор.

## *Abstract*

*The report reviews basic design directions of the computerized emulator for a practical studying of a control system of traffic lights. The design is carried out in complete correspondence with the individual task and designed requirement specification.*

**Keywords:** designing, computerized emulator, practical studying, control system, traffic light.

## **Вступ**

Комп'ютеризовані системи управління (КСУ) вже пройшли той етап вибору принципу своєї побудови, коли фахівці сперечались між собою про основний елемент таких систем – мікропроцесорний контролер чи комп'ютер. В наш час при рішенні будь-якої задачі автоматизації в переважній більшості застосовується компромісний варіант, коли верхній рівень системи управління реалізуються на основі комп'ютерів, а нижні рівні, що наближені до процесів та обладнання, якими треба управляти, реалізуються на основі мікропроцесорних контролерів. Тому вивчення усіх областей знань, що пов'язані з сучасною комп'ютерною автоматизацією, є основним змістом навчального процесу кафедри АІТ при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Метою роботи є створення нового типу навчального засобу – комп'ютеризованого емулятора, в основі якого буде покладена взаємодія моделей різного типу (програмних, фізичних, імітаційних), для практичного вивчення студентами сучасної КСУ в ході практичних чи лабораторних занять з групи професійно-орієнтованих/спеціальних учбових дисциплін спеціальності.

## **Результати дослідження**

Апаратна частина сучасних КСУ, як правило, розробляється на основі стандартної конфігурації та готових функціональних блоків і вузлів, що виготовляються промисловістю, – датчиків, контролерів, комп'ютерів, серверів, виконавчих механізмів тощо [1,2]. Програмна же частина, як правило, є оригінальною, що вимагає від спеціаліста проведення її розробки, як то кажуть, "з нуля". Це найбільш тривалий та складний процес створення сучасної КСУ. Постійне ускладнення процесу розробки КСУ в умовах обмеження витрат часу та коштів на проведення проектних робіт потребує від спеціалістів, що розробляють такі системи, обов'язкового оволодіння сучасними методами підвищення ефективності своєї праці. Одним з найперспективніших шляхів у цьому напрямку є застосування на всіх етапах розробки спеціальних інструментальних засобів (ІЗ) проектування

програмного забезпечення (ПЗ) систем управління, які у значній мірі автоматизують сам процес розробки систем.

Тому в ході навчального процесу майбутні спеціалісти повинні поступово оволодіти різноманітними теоретичними знаннями та практичними вміннями в області розробки КСУ на основі різноманітних апаратних та програмних засобів. Зокрема, на кафедрі автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій (АІТ) ВНТУ для вивчення мікропроцесорних засобів автоматизації (МЗА) використовується схема навчального процесу, яка наведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема навчального процесу для практичного вивчення МЗА

Як видно зі схеми, навчальний матеріал вивчається поступово – від основ побудови мікропроцесорних засобів автоматизації та їх програмування до створення на основі цих засобів локальних та розподілених систем управління. Освоєння студентами відповідних теоретичних знань обов'язково супроводжується формуванням їх професійно-орієнтованих умінь та навичок під час лабораторних та практичних заняттях. Ступінь складності таких занять зростає по мірі ускладнення теоретичного матеріалу, що надається тією чи іншою учбовою дисципліною. У зв'язку з цим, схема навчального процесу студентського практикуму теж змінюється при переході від дисциплін молодших курсів до дисциплін старших курсів.

На рис.2 показана схема навчального процесу кафедри АІТ для студентського практикуму з дисципліни "Технічні засоби автоматизації " ("ТЗА"), що читається на 4 курсі спеціальності. В ході такого практикуму студенти повинні навчитися самостійно та обгрунтовано вибирати та ефективно використовувати МЗА для побудови локальної системи управління та ефективно використовувати сучасні ІЗ для автоматизації процесу програмування вибраних мікропроцесорних засобів. Схема на рис.2 відображає оптимальний з навчально-методичної точки зору шлях практичного освоєння студентами конкретного МЗА, що є темою практичного заняття. Спочатку викладач повинен чітко поставити задачу для практичного заняття (крок 1), потім продемонструвати на існуючому навчальному технічному засобі результат правильного виконання цієї задачі (крок 2), що наочно покаже студентам ціль, до якої треба прямувати в ході виконання цієї задачі. Після цього (крок 3) викладач повинен надати студентам усі необхідні для виконання задачі теоретичні відомості та практичні рекомендації (у вигляді короткої лекції чи методичних матеріалів, підготовлених у тій чи іншій формі). На кроці 4 студенти в аудиторії починають самостійно виконувати практичне завдання, а при необхідності продовжують ці роботи вдома або після занять у спеціальному кабінеті чи лабораторії, оснащених необхідними програмно-технічними обладнанням. Обов'язковою є демонстрація кожним студентом отриманих результатів виконання задачі на реальному навчальному програмно-технічному обладнанні (крок 5). Демонстрацію можна провести або на наступному практичному занятті в аудиторії в присутності всієї групи, або в індивідуальному порядку у відведені

для цього години консультацій викладача. В ході демонстрації викладач може звертати увагу студентів на помилках, що мають місце, та надавати у зв'язку з цим додаткові пояснення (крок 6), а студенти корегувати свої результати (крок 5).

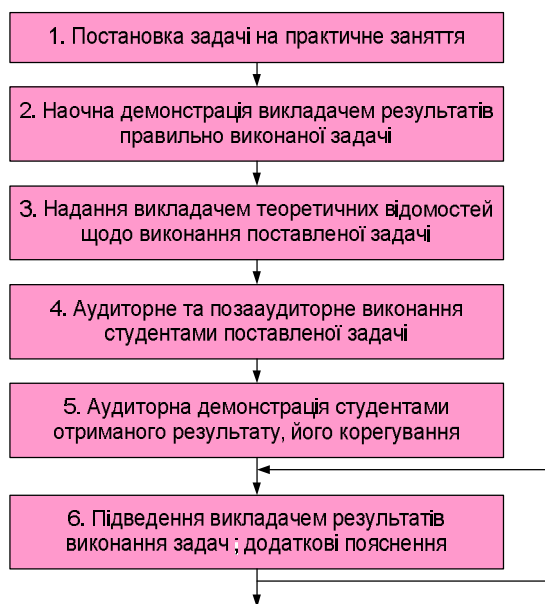


Рис. 2. Схема навчального процесу для студентського практикуму з дисципліни "ТЗА"

Як видно, описана методика практичного вивчення студентами будь-якого МЗА, по-перше, передбачає розподілене у часі виконання практичного завдання – спочатку в аудиторії, потім вдома і знову в аудиторії. По-друге, обов'язкову роботу студентів з реальним програмно-технічним обладнанням, яке містить даний МЗА. Лише таким чином у студентів можна сформувати глибокі професійно-орієнтовані знання принципу дії даного засобу автоматизації та стійкі практичні навички його використання в сучасних системах управління. При цьому позааудиторне виконання студентами практичних завдань передбачає виконання необхідних розрахунків та роботу з програмними інструментальними засобами, що кафедра надає студентам для домашнього використання. Результатом такої позааудиторної роботи студентів можуть бути ті чи інші файли, які студенти потім завантажують в аудиторне програмно-технічне обладнання, демонструючи викладачеві його дію. Також студенти позааудиторно за допомогою інструментальних засобів можуть набувати відповідного досвіду у програмних налаштуваннях відповідного МЗА, а потім в аудиторії повторювати перед викладачем ці налаштування на реальному програмно-технічному обладнанні, також демонструючи його реальну дію.

З наведеного опису схеми навчального процесу випливає, що важливу роль в ньому відіграє відповідне навчальне програмно-технічне обладнання, на якому студенти перевіряють правильність виконання практичних завдань. На жаль, на даний момент на кафедрі АІТ відсутнє таке обладнання, що суттєво знижує ефективність навчального процесу.

Для створення такого навчального засобу були проведені техніко-економічні дослідження технічних рішень аналогічних навчальних засобів, що використовуються провідними навчальними закладами України та країн СНД [3, 4]. Це дослідження показало, що економічно вигіднішим шляхом є реалізація такого навчального засобу в рамках універсальної комп'ютеризованої лабораторії, яка оснащена потрібними зразками промислових програмно-технічних засобів автоматизації та моделями технічних та технологічних процесів.

У 2015 році у ВНТУ також змонтована аналогічна універсальна комп'ютеризована лабораторія "Промислова мікропроцесорна техніка", яка забезпечує навчальний процес чотирьох кафедр факультету комп'ютерних систем та автоматики (ФКСА) [5]. Усе основне обладнання для лабораторії безкоштовно надано також компанією "СВ АЛЬТЕРА" (Україна).

Лабораторія оснащена чотирма універсальними лабораторними столами з автоматизованими

робочими місцями (АРМ1-АРМ8) студентських бригад (по два АРМ на один стіл) та двома спеціалізованими стійками (№1 та №2). Усі універсальні лабораторні столи мають однакову комплектацію для забезпечення проведення лабораторних та практичних занять фронтальним методом, а саме, двома персональними комп'ютерами (ПК), одним промисловим мікропроцесорним контролером "VIPA 313-5BF13", одною панеллю оператора "TP 607LC", двома мікропроцесорними програмованими реле "NEED Relpol", модулем живлення та комутатором Ethernet на 5 каналів. Для кожної студентської бригади виготовляються спеціалізовані настільні стенди, які за вибором студентів підключаються або до входів-виходів контролера, або до входів-виходів програмованого реле (в залежності від тематики заняття). Також біля кожного універсального лабораторного столу змонтований технологічний об'єкт управління, який є фізичною моделлю існуючого технологічного або технічного об'єкту.

Лабораторні та практичні завдання, що пов'язані з управлінням технологічним/технічним об'єктом, характеризуються найбільшою складністю і виконуються тільки студентами старших курсів. Для студентів же молодших курсів спеціальності в існуючій конфігурації лабораторії застосовуються спеціалізовані настільні стенди, які дозволяють на практиці вивчати тільки основи програмування та використання МЗА в системах управління. Такі спеціалізовані настільні стенди, як правило, містять або просту фізичну модель об'єкта управління чи дослідження, або схемну імітаційну модель цього об'єкту, яка взаємодіє з МЗА через свої входні та вихідні сигнали. Студент може здійснювати через такий стенд певні керуючі дії на систему "МЗА – стенд" та наочно спостерігати за її роботою. Також для візуалізації процесу виконання лабораторного чи практичного завдання МЗА має обмінюватися даними з панеллю оператора, а її графічний інтерфейс дублюється на моніторі ПК.

Новий комп'ютеризований емулятор повинен забезпечувати вивчення студентами простої за алгоритмом дії системи управління світлофорами, яка побудована на промисловому МЗА. Тобто емулятор має допомогти студентам вивчити тільки основи автоматичного управління, мікропроцесорних систем управління та інструментальних засобів їх програмування. Тому недоцільно закладати в новий емулятор необхідність реалізації якихось вузькоспеціальних функцій систем управління, наприклад, введення фізичних сигналів промислових датчиків або виведення сигналів управління промисловими виконавчими пристроями, як це робиться у випадку застосування під час практичного або лабораторного заняття технологічних/технічних об'єктів лабораторії. Тому в основу нового комп'ютеризованого емулятора доцільно покласти ту схему взаємодій, яка виникає в ході практичного вивчення промислового МЗА за допомогою спеціалізованого настільного стенду. Такий стенд орієнтований на вивчення тільки однієї конкретної системи управління з максимальною навчальною ефективністю, яка не поступається випадку застосування складного технологічного/технічного об'єкту. При цьому спеціалізований стенд має досить просту конструкцію, бо являє собою лише схемну імітаційну модель об'єкту управління.

На рис.3 наведена загальна конфігурація нового комп'ютеризованого емулятора, що реалізує вказану взаємодію. Як видно з рисунку, спеціалізований настільний стенд виконується у вигляді схемної імітаційної моделі деякої системи світлофорів. Така модель може містити прості електричні елементи, наприклад світлодіоди, які виступають в якості приймачів сигналів управління світлофорами. Ця модель може також генерувати сигнали зворотного зв'язку для системи управління світлофорами.

Управління імітаційною моделлю світлофорів може здійснюватися або від програмованого реле (ПР) "NEED Relpol", або від програмованого логічного контролера (ПЛК) "VIPA". Студенти при виконанні лабораторних чи практичних завдань будуть розробляти на ПК лабораторного столу відповідне програмне забезпечення системи управління для контролера або програмованого реле, а потім завантажувати його у промисловий мікропроцесорний засіб.

Розробка програмного забезпечення (ПЗ) контролера здійснюється студентами за допомогою інструментального пакету "WinPLC 7", а розробка програмного забезпечення реле "NEED Relpol" здійснюється студентами за допомогою пакету "PC\_NEED". Панель оператора "VIPA" використовується в конфігурації комп'ютеризованого емулятора для створення графічного інтерфейсу системи управління світлофорами, що побудована на основі контролера "VIPA", для чого панель оператора в режимі реального часу обмінюється даними з цим контролером. Для створення же графічного інтерфейсу системи управління на основі програмованого реле застосовується пакет "PC\_NEED".

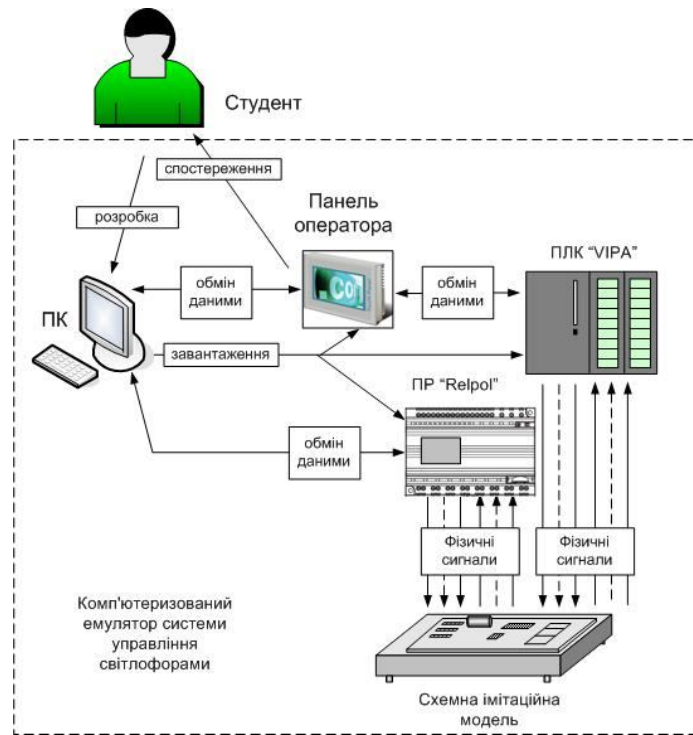


Рис. 3. Загальна конфігурації нового комп'ютеризованого емулятора

Об'єктом управління, що реалізується в комп'ютеризованому емуляторі у вигляді схемної імітаційної моделі, є певна система світлофорів. Ця модель в ході проведення практичного заняття з дисципліни "ТЗА" повинна дозволяти викладачу ставити перед студентами як просту, так і ускладнену практичну задачу при дослідженні системи управління світлофорами. Тому в подальшому необхідно буде обґрунтовано вибрати такі навчальні завдання, опираючись на існуючі реальні системи управління світлофорами.

Зокрема, приклад складної системи управління світлофорами на перехресті доріг розглядається в [6]. Система призначена для регулювання руху транспортних засобів і пішоходів через перехрестя. Для цього використовуються транспортні світлофори, підземні й наземні датчики виявлення транспортних засобів, а також пішохідні світлофори й кнопки сигналізації для пішоходів (рис.4).

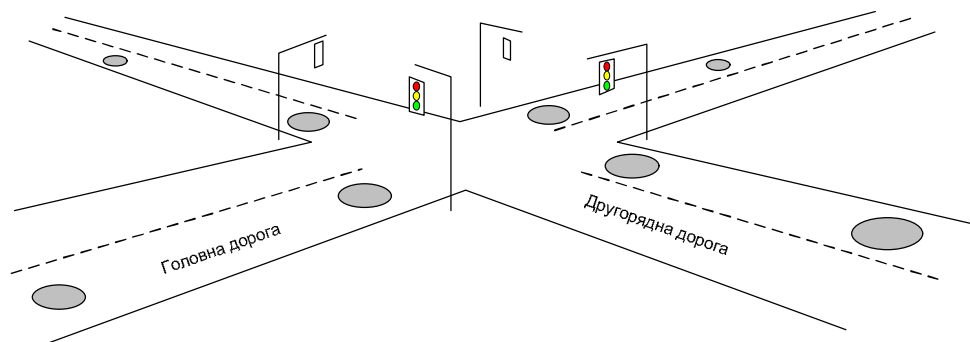


Рис. 4. Загальна схема дорожнього перехрестя

Перехрестя представляє із себе дві пересічні дороги (одна з яких головна, інша – другорядна), по яких в обох напрямках рухаються транспортні засоби й пішоходи. Одна з доріг може мати і односторонній рух, також на дорогах можуть бути передбачені окремі поворотні смуги. В будь-якому випадку контролер перехрестя налаштовується на конкретну задачу або локально через лицьову панель, або віддалено по мережі із системи управління дорожнім рухом. Контролер управляє рухом шириною до 6 смуг (по три смуги в кожному напрямку, включаючи поворотні смуги), на яких

установлюються пасивні індукційні датчики руху (розташовувані під дорожнім полотном), а також наземні інфрачервоні й радарні датчики. Пішохідні світлофори й кнопки сигналізації для пішоходів можуть установлюватися на обох дорогах. Завдання встановлених датчиків виконується при початковій конфігурації контролера перехрестя. На додаток до звичайних режимів роботи, контролер перехрестя має можливість реагувати на передавачі, установлені на транспортних засобах спеціальних служб і транспортних засобів з перевагою руху. Передавачі, що дають переваги руху, в основному встановлюються на транспортні засоби, що здійснюють масові перевезення людей (наприклад, автобуси), що дозволяють оптимізувати розклад їхнього руху.

Передавачі на транспортних засобах спеціальних служб дозволяють виявляти наближення автомобілів швидкої допомоги, пожежних машин і автомобілів міліції. Такі передавачі повинні бути строго спрямованими, щоб у системи управління перехрестям була можливість точного визначення, по якій дорозі - головній або другорядній - і по якій смузі рухається транспортний засіб.

Спеціальні режими управління перехрестям можуть бути задіяні в системі тільки при наявності встановлених на дорогах інфрачервоних і радарних датчиків.

### Висновки

Результатом проведених техніко-економічних досліджень проблеми практичного вивчення системи управління світлофорами при підготовці бакалаврів спеціальності 151 стало обґрунтування основних напрямів проектування комп'ютеризованого емулятора, що буде реалізований в рамках універсальної комп'ютеризованої навчальної лабораторії «Промислова мікропроцесорна техніка» ФКСА ВНТУ.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Скидан Ю.А., Папінов В.М., Лисогор В.Г. Засоби автоматизації комп'ютерних систем управління: Навч. посібник. – Вінниця: ВНТУ - УНІВЕРСУМ, 2006. – 321 с.
2. Олсон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. - СПб: Невский диалект, 2012. – 557 с.
3. Национальный университет "Львовская Политехника" [Електронний ресурс] : Примеры оснащения : Поддержка вузов : Услуги : СВ АЛЬТЕРА. – Режим доступа : <http://www.svaltera.ua/services/high-schools/examples/6139.php>.
4. Национальный университет пищевых технологий, Киев [Електронний ресурс] : Примеры оснащения : Поддержка вузов : Услуги : СВ АЛЬТЕРА. – Режим доступа : <http://www.svaltera.ua/services/high-schools/examples/6138.php>.
5. Папінов В.М. Багатофункціональна комп'ютеризована лабораторія для наскрізної практичної підготовки студентів спеціальності 151 / В.М Папінов, Я.А. Кулик // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2018. - №2(36). – С. 89-104.
6. Douglass B. Powel. Real-Time UML Workshop for Embedded System [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://www.elsevier.com/clickout/sd3/science/book/9780750679060>

**Головко Денис Вадимович** - студент групи АКІТ-19мс, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [goldenvin@ukr.net](mailto:goldenvin@ukr.net);

**Бевз Олександр Миколайович** - канд. техн. наук, доцент кафедри АІТ, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [rebrest@i.ua](mailto:rebrest@i.ua);

**Папінов Володимир Миколайович** - канд. техн. наук, доцент кафедри АІТ, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vnpapinov@gmail.com](mailto:vnpapinov@gmail.com);

**Golovko Denys V.** – student of AKIT-19ms group, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: [goldenvin@ukr.net](mailto:goldenvin@ukr.net);

**Bevz Oleksandr M.** - Ph. D., Assistant Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [rebrest@i.ua](mailto:rebrest@i.ua).

**Papinov Volodymyr M.** - Ph. D., Assistant Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [vnpapinov@gmail.com](mailto:vnpapinov@gmail.com).