

## ЕСКІЗНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПЕРЕНОСНОГО КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ПРАКТИЧНОГО ВИВЧЕННЯ VIPA MICRO PLC

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

### *Анотація*

*В доповіді розглянуті основні напрями ескізного проектування переносного комп'ютеризованого навчального засобу для практичного вивчення VIPA MICRO PLC.*

**Ключові слова:** ескізне проектування, комп'ютеризований навчальний засіб, практичне вивчення, програмований логічний контролер.

### *Abstract*

*The report reviews the basic directions of draft designing of portable computerized learning means for practical studying of VIPA MICRO PLC.*

**Keywords:** draft designing, computerized learning means, practical studying, PLC.

### **Вступ**

Програмовані логічні контролери (ПЛК) зараз успішно працюють в режимі реального часу (РЧ) у переважній більшості локальних і розподілених систем управління виробничими процесами, підтримуючи при цьому різноманітні промислові мережні рішення [1-3]. На одному сучасному ПЛК зараз можна програмно реалізувати цілу промислову систему управління, надійність роботи якої не буде залежати від її складності

У зв'язку з цим, для професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін навчального плану спеціальності 151, в яких вивчаються питання реалізації систем автоматизації на базі ПЛК, дуже важливим моментом є відповідність їх лабораторно-практичної бази сучасному стану мікропроцесорних контролерних засобів автоматизації. Саме тому залучення новітніх інформаційних технологій є одним з головних шляхів вдосконалення науково-дослідницького та лабораторно - практичного інструментарію кафедри АІТ, що повністю відповідає інноваційному характеру розвитку технічної освіти.

Метою роботи є створення на основі сучасних інформаційних технологій комп'ютеризованого навчального засобу з широкими функціональними можливостями при мінімальних витратах коштів. Такий навчальний засіб повинен забезпечувати ефективне наскрізне практичне вивчення сучасного промислового контролера серії VIPA MICRO PLC під час низки професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін навчального плану спеціальності 151.

### **Результати дослідження**

MICRO PLC - це сучасний, швидкий і компактний програмований логічний контролер, що своєю появою поклав початок новому поколінню продукції, що випускається під брендом YASKAWA VIPA Controls [4, 5]. Дана серія ПЛК покликана зайняти нішу недорогих контролерів, здатних вирішувати завдання побудови невеликих автоматизованих систем управління (АСУ) з кількістю точок введення/виведення до 160. Незважаючи на свій "клас" і компактний дизайн, контролери MICRO здатні легко інтегруватися в існуючі розподілені системи керування будь-якої складності, включаючи

підключення до операторських панелей HMI і SCADA..

Практичне вивчення такого промислового контролера повинно передбачати і освоєння студентами спеціальності 151 основ його програмування, і надання студентам міцних теоретичних знань та практичних навичок його використання для рішення різноманітних задач функціонування сучасних систем автоматизації (СА) та комп'ютерно-інтегрованих систем управління (КІСУ). Так, основи програмування контролера можуть вивчатися студентами на молодших курсах, зокрема, у дисципліні "Електроніка та мікропроцесорна техніка" (2 курс бакалаврської підготовки). В рамках інших професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін доцільно на практиці вивчати такі питання застосування даного контролера:

- способи та засоби конфігурування контролера для різних практичних задач СА та КІСУ;
- налаштування та програмування контролера для введення сигналів різноманітних промислових датчиків;
- налаштування та програмування контролера для виведення сигналів управління різноманітними виконавчими пристроями;
- налаштування та програмування контролера для реалізації різних алгоритмів управління технічними або технологічними об'єктами (процесами);
- налаштування та програмування контролера для рішення задач розподіленого контролю та управління;
- програмування контролера для забезпечення інтерфейсу з людиною-оператором СА і КІСУ;
- програмування контролера для взаємодії з локальними та глобальними базами даних;
- налаштування та програмування контролера для його резервування в складі СА і КІСУ.

На жаль, зараз усі перелічені теми лабораторних або практичних занять можна виконувати лише теоретично ("на папері"), а результати їх виконання демонструвати лише в режимі емуляції відповідного програмного інструментального засобу. Це суттєво знижує ефективність навчального процесу формування практичних знань та навичок, що є головною метою навчального процесу спеціальності 151. Причиною такого стану речей є відсутність на кафедрі такого навчального програмно-технічного обладнання, яке б містило даний промисловий контролер і дозволяло б проводити відповідні лабораторні та практичні заняття в рамках різних професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін навчального плану спеціальності.

Як свідчить досвід провідних навчальних закладів України, перед якими стоять аналогічні задачі щодо оснащення лабораторій сучасним навчальним обладнанням, вирішити цю проблему можна таким шляхом: придбати за власні кошти або кошти спонсорів обмежений набір промислових засобів автоматизації та програмного забезпечення відомих світових виробників, а потім на їх основі створити універсальну комп'ютеризовану навчальну лабораторію [6, 7]. Саме таким чином у 2015 році у Вінницькому національному технічному університеті (ВНТУ) і була змонтована універсальна комп'ютеризована лабораторія "Промислова мікропроцесорна техніка", яка зараз забезпечує навчальний процес чотирьох кафедр факультету комп'ютерних систем та автоматики (ФКСА) [8]. Усе основне обладнання для лабораторії безкоштовно надано компанією "СВ АЛЬТЕРА" (Україна).

Три універсальні лабораторні столи даної лабораторії мають однакову комплектацію для забезпечення проведення лабораторних та практичних занять фронтальним методом, а саме, двома персональними комп'ютерами (ПК), одним локальним ПЛК "VIPA 313-5BF13", одною панеллю оператора "TP 607LC", двома програмованими реле "Relpol", модулем живлення (24 В) та некерованим комутатором Ethernet на 5 каналів. На четвертому лабораторному столі поки що змонтовано два персональних комп'ютера та одна панель оператора "TP 607LC". Решта наявного обладнання - локальний VIPA MICRO PLC, модуль живлення PS 207, некерований комутатор Ethernet VIPA EN5-R (5 каналів), поки що не змонтовані.

Біля кожного універсального лабораторного столу змонтований один технологічний об'єкт, який є фізичною моделлю реального технологічного або технічного об'єкту:

- 3-ємнісний накопичувач рідини ("Технологічний об'єкт №1");
- хімічний реактор ("Технологічний об'єкт №2");
- підйомних автоматизованого промислового складу ("Технічний об'єкт №3");
- турнікет автоматизованої прохідної підприємства ("Технічний об'єкт №4").

При всіх перевагах даної лабораторії існують суттєві труднощі щодо реалізації в ній усієї переліченої вище тематики з практичного вивчення контролера VIPA MICRO PLC, особливо, в рамках різних професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін спеціальності.

Саме тому було прийнято рішення спроектувати такий переносний комп'ютеризований навчальний засіб, який би, по-перше, містив VIPA MICRO PLC та основні його периферійні засоби, по-друге, дозволяв би проводити практичні та лабораторні заняття не тільки в різних лабораторія кафедри (спеціалізованих, універсальних), але і в лекційних аудиторіях.

На рис. 1 показаний загальний вигляд основного переносного елементу такого навчального засобу.

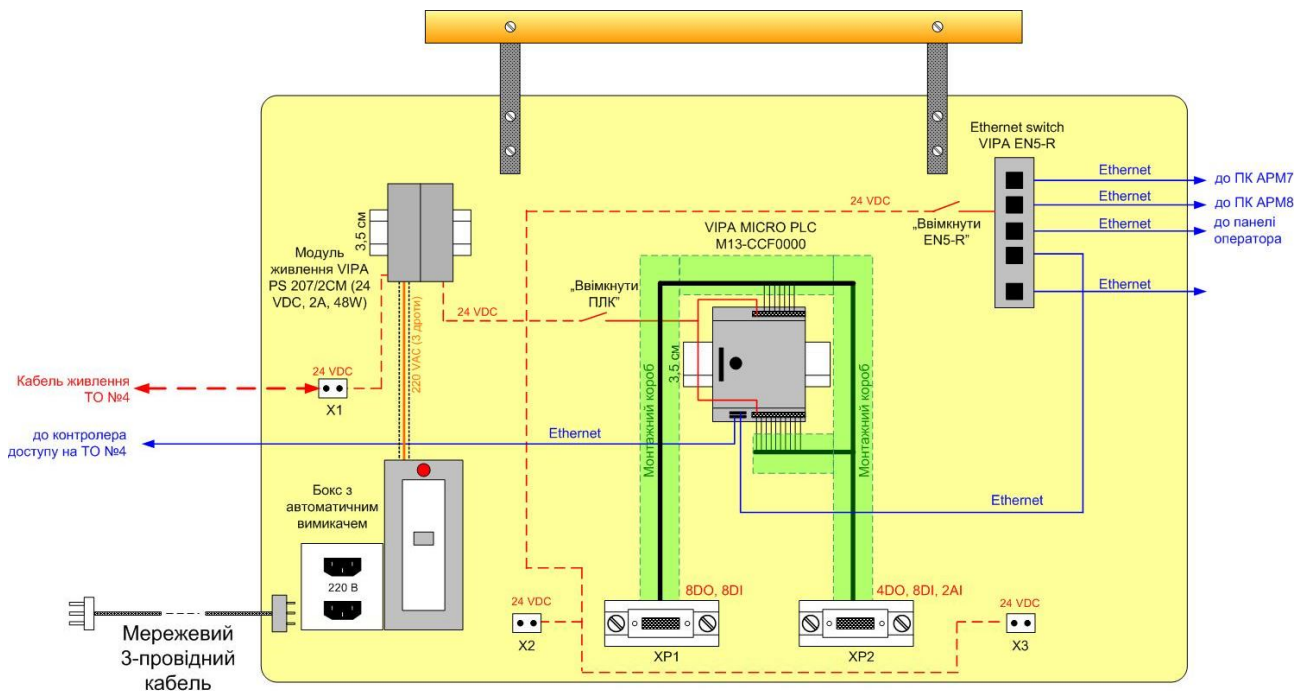


Рис. 1. Загальний вигляд переносного елементу навчального засобу

Основою переносного елементу є прямокутна дерев'яна панель з ручкою. До ручки з заднього боку прикріплені два кронштейни (на рисунку не видні), за допомогою яких елемент може в'їшатись на настінну панель над лабораторним столом №4 в універсальній комп'ютеризованій лабораторії ФКСА. Також позаду дерев'яної панелі змонтована відкидна опора (на рисунку не видна), яка дозволяє встановлювати цей елемент вертикально на будь-якому столі в спеціалізованій лабораторії чи в лекційній аудиторії.

На передньому боці дерев'яної панелі в центрі змонтований контролер VIPA MICRO PLC, зліва – модуль живлення PS 207, а справа - некерований комутатор Ethernet VIPA EN5-R. В нижній частині панелі встановлені два з'єднувачі XP1 та XP2 типу DB-25P, до контактів яких підключені усі наявні входи та виходи контролера (16 дискретних входів, 12 дискретних виходів, 2 аналогових входи). Також на панелі встановлено три з'єднувача X1-X3, через які на зовнішні пристрої може подаватися напруга живлення 24 В від модуля PS 207.

Якщо даний переносний елемент навчального засобу буде встановлений в універсальній комп'ютеризованій лабораторії ФКСА, то через порти комутатора Ethernet VIPA EN5-R до локальної мережі лабораторії можуть бути підключені як контролер VIPA MICRO PLC, так і обидва персональних комп'ютера та панель оператора лабораторного столу №4. При цьому до другого Ethernet порту контролера може бути підключений контролер доступу SKD-2 фізичної моделі турнікету автоматизованої прохідної підприємства.

Розглянемо деякі можливі варіанти використання такого переносного елементу для створення комп'ютеризованих навчальних засобів з різних професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін підготовки фахівців спеціальності 151.

На рис. 2 показаний варіант конфігурації переносного комп'ютеризованого навчального засобу для практичного вивчення VIPA MICRO PLC в рамках лабораторних чи практичних занять дисципліни "Електроніка та мікропроцесорна техніка". Як видно з рисунку, до складу комп'ютеризованого навчального засобу входить описаний вище переносний елемент, персональний комп'ютер викладача, персональні комп'ютери (ПК) студентів та спеціалізований настільний стенд

"Сигнальні інтерфейси ПЛК". Усі комп'ютери підключені до обладнання переносного елементу через мережу Ethernet. На кожному з цих комп'ютерів встановлена інструментальна система програмування VIPA MICRO PLC (або VIPA SPEED7 Studio, або Siemens SIMATIC Manager, або Siemens TIA Portal). Спеціалізований настільний стенд "Сигнальні інтерфейси ПЛК", розроблений та виготовлений на кафедрі АІТ, дозволяє формувати різноманітні вхідні сигнали на досліджуваний контролер, а також приймати від нього різні типи вихідних сигналів.

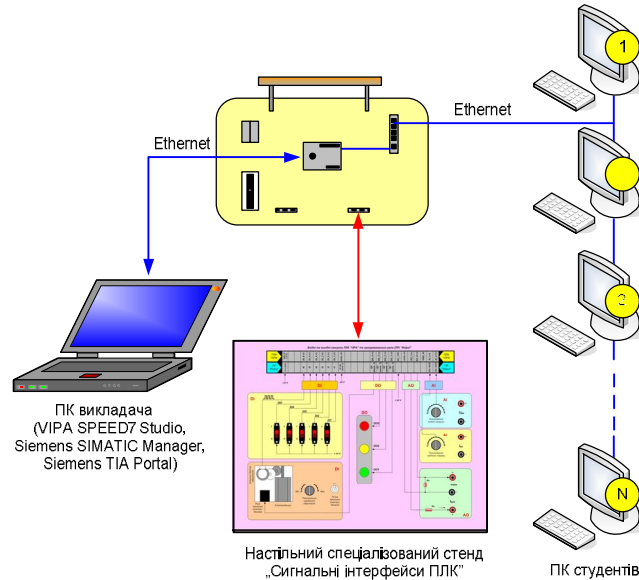


Рис. 2. Використання комп'ютеризованого навчального засобу у дисципліні "Електроніка та МП техніка"

На практичних чи лабораторних заняттях з дисципліни "Електроніка та МП техніка" (2 курс, бакалаврський рівень підготовки) доцільно вивчати інструментальні засоби та основи програмування VIPA MICRO PLC, наприклад, при введенні та виведенні фізичних різних сигналів.

Для вивчення же більш складних практичних питань, пов'язаних з реалізацією автоматичних чи автоматизованих систем управління, можна застосувати іншу конфігурацію нового комп'ютеризованого навчального засобу (рис. 3).

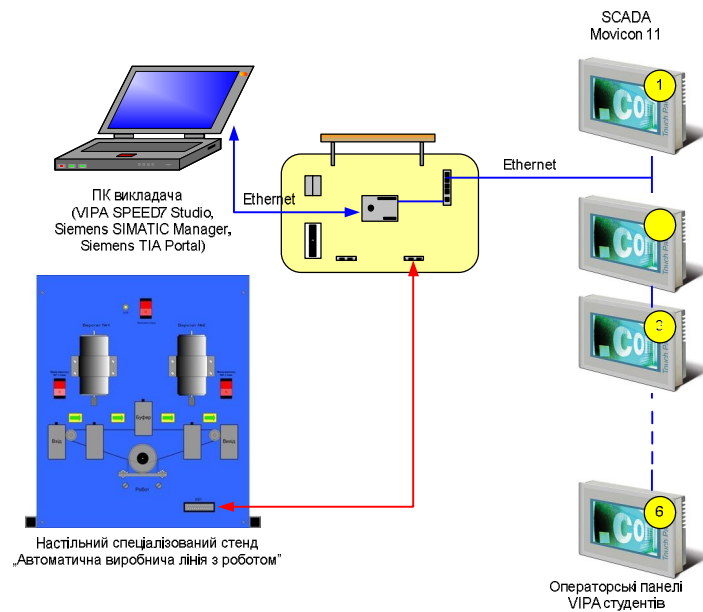


Рис. 3. Використання комп'ютеризованого навчального засобу у дисципліні "Проектування систем автоматизації"

В цій конфігурації крім переносного елементу та ПК викладача застосовані шість панелей оператора VIPA (переносні) та настільний спеціалізований стенд, наприклад, "Автоматична виробнича лінія з роботом". Останній спроектований та виготовлений на кафедрі АІТ і імітує роботу автоматичної виробничої лінії. На панелях оператора встановлена SCADA "Movicon", яка в рамках дисципліни "Проектування систем автоматизації" (4 курс, бакалаврський рівень підготовки) дозволить спроектувати програмне забезпечення для автоматизованого робочого місця оператора виробничої лінії. Крім того, за допомогою інструментального засобу програмування VIPA MICRO PLC можна на практиці вивчити особливості реалізації алгоритмів обробки сигналів спеціалізованого стенду, управління виробничою лінією в режимі реального часу та обміну інформацією з панеллю оператора.

Для спеціальної дисципліни "Стандарти та проектування комп'ютерно-інтегрованих систем управління", яка читається на 1 курсі магістратури, на основі описаного вище переносного елементу можна створити більш складний комп'ютеризований навчальний засіб (рис. 4).

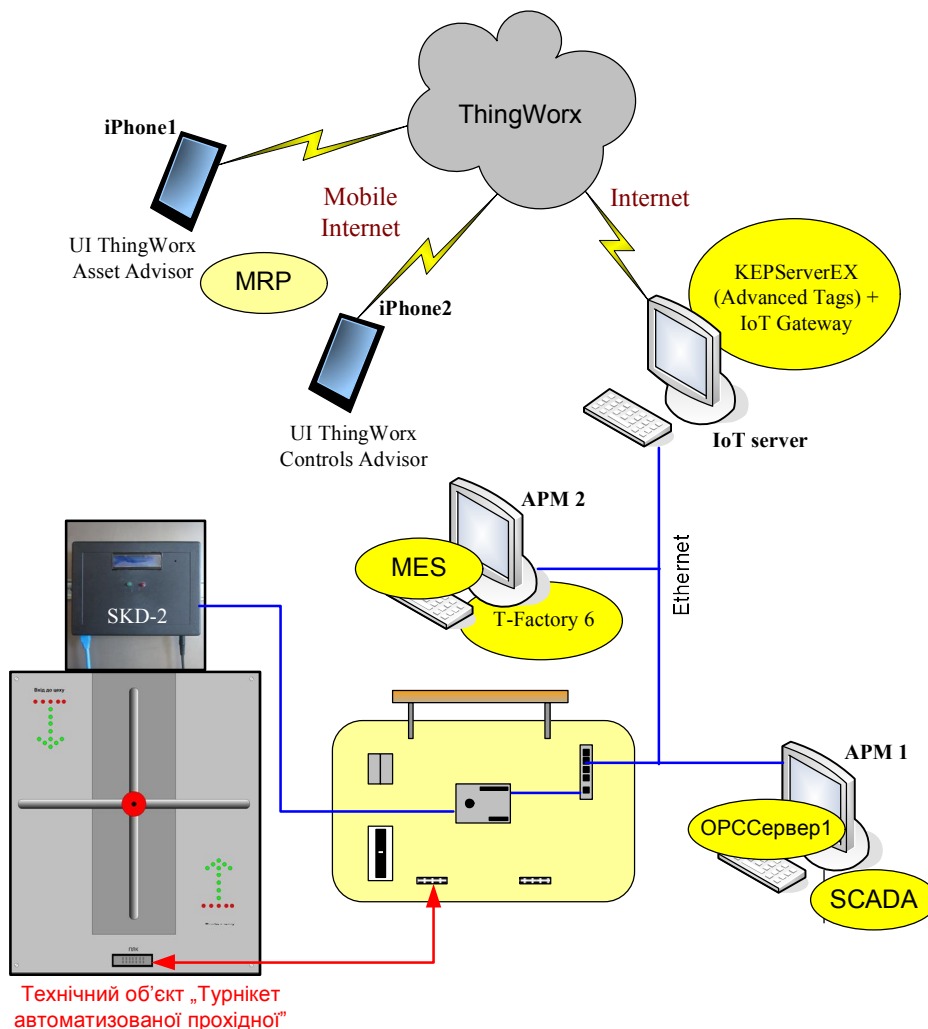


Рис. 4. Використання комп'ютеризованого навчального засобу у дисципліні "Стандарти та проектування КІСУ"

В даному випадку в універсальній комп'ютеризованій лабораторії ФКСА створюється лабораторна імітація комп'ютерно-інтегрованої системи управління підприємством.

Така система буде складатися з кількох рівнів:

- рівня технічних процесів (технічний об'єкт "Турнікет автоматизованої прохідної");
- рівень контролерів (переносний елемент з VIPA MICRO PLC, контролер доступу SKD-2);
- рівень операторського управління (APM1, OPCServer1, SCADA);

- рівень управління виробництвом MES (APM2, T-Factory 6);
- рівень управління підприємством MRP (IoT server, "хмарна" платформа ThingWorx, iPhone1, iPhone2).

Тематика практичної реалізації такої складної системи може бути різноманітна – від розробки окремих програмних модулів до організації інформаційного обміну в системі.

### Висновки

Результатом виконаної роботи є ескізний проект переносного комп'ютеризованого навчального засобу для наскрізного практичного вивчення промислового контролера VIPA MICRO PLC в рамках практичних та лабораторних низки професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. VIPA управляет инженерными системами нового завода Daimler-Benz в Венгрии [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vipa.ru/index.php?id=688&L=7>.
2. Очистные сооружения, Детмолд, Германия [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vipa.ru/index.php?id=690&L=7>.
3. Австрийские хлебопёки всецело полагаются на инновационную, быструю и эффективную технологию ПЛК [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vipa.ru/index.php?id=682&L=en%27>.
4. MICRO PLC [Електронний ресурс] : СВ АЛЬТЕРА. Электротехника и автоматизация. – Режим доступу : [http://www.svaltera.ua/catalog/micro\\_plc](http://www.svaltera.ua/catalog/micro_plc).
5. VIPA System MICRO. CPU M13-CCF0000. Manual. - VIPA GmbH, Herzogenaurach, 2017. – 321 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.vipa.com/en/service-support/manuals](http://www.vipa.com/en/service-support/manuals).
6. Национальный горный университет, Днепропетровск [Електронний ресурс] : Примеры оснащения : Поддержка вузов : Услуги : СВ АЛЬТЕРА. – Режим доступу : <http://www.svaltera.ua/services/high-schools/examples/6732.php>.
7. Национальный университет "Львовская Политехника" [Електронний ресурс] : Примеры оснащения : Поддержка вузов : Услуги : СВ АЛЬТЕРА. – Режим доступу : <http://www.svaltera.ua/services/high-schools/examples/6139.php>.
8. 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.

**Поперечний Костянтин Сергійович** - студент групи ІСІ-166, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [kostya19994@gmail.com](mailto:kostya19994@gmail.com);

**Бойко Олексій Романович** - канд. техн. наук, доцент кафедри АІТ, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [boyko.aleksey@gmail.com](mailto:boyko.aleksey@gmail.com);

**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);

**Кулик Ярослав Анатолійович** - канд. техн. наук, ст.. викладач кафедри АІТ, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [Yaroslav\\_Kulik@i.ua](mailto:Yaroslav_Kulik@i.ua);

**Poperechnyi Kostyantyn S.** - Department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [kostya19994@gmail.com](mailto:kostya19994@gmail.com);

**Boyko Olexsyy R.** - 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: [boyko.aleksey@gmail.com](mailto:boyko.aleksey@gmail.com).

**Papinov Volodimir 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).

**Kulyk Yaroslav A.** - Ph. D., Senior Teacher of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [Yaroslav\\_Kulik@i.ua](mailto:Yaroslav_Kulik@i.ua).