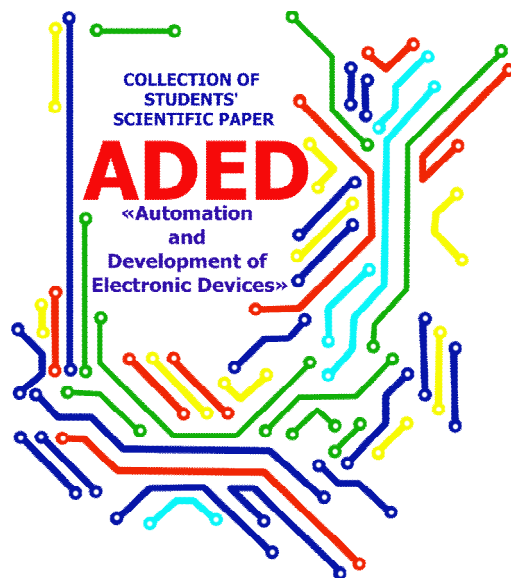


Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки



## ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

**ADED-2019**

(Випуск 2)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2019

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки  
(КІТАМ)

## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

**ADED-2019**

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2019

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

**Голова:** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Палагін Віктор Андрійович**, доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки

**Косенко Віктор Васильович**, кандидат технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування».

**Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.

**Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».

**Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

**Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

**Шило Галина Миколаївна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

**Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

**Малий Олександр Юрійович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

**Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, кандидат технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2019) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2019. – Вип. 2. – 199 с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2019 Part 2 (Key infrastructure 2019) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Elektronik [electronic edition], 2019.- 199 p with.

Рекомендовано рішенням  
Науково-технічної ради  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол №6 від 29.11.2018

Збірник містить наукові статті студентів кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія, першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти. Статті надані в авторській редакції.

## ЗМІСТ

<i>А. В. Гавриленко</i> Система керування сигнальними пристроями регулювання дорожнього руху за допомогою нейронної мережі .....	7
<i>А. В. Кугір, В. М. Пилипенко, С.С. Костенко</i> Дослідження мініатюрних лінійних п'єзоелектричних двигунів .....	11
<i>А. В. Кугір</i> Дослідження сучасних сенсорних систем промислових роботів .....	15
<i>Я.О. Радченко</i> Макет з'єднання і програмна реалізація контролю зору для мобільних роботів на базі Raspberry Pi та мови програмування Python .....	20
<i>А.О. Андріїв, І.А. Деміров</i> Аналіз методів дослідження геометрії топології поверхонь підкладок МОЕМС-перемикачів .....	27
<i>Т. О. Бабак</i> Компоненти WEB-системи для автоматизації банку віртуальних валют .....	31
<i>М.Ю. Білоус, В.І. Павленко</i> Особливості автоматизованого управління технологічними процесами .....	34
<i>В.В. Горожеєв</i> Огляд сучасних акселерометрів та їх сфери застосування .....	38
<i>Д. Р. Кузяєв</i> Вибір та аналіз середовища розробки 3D моделей .....	43
<i>А.І. Демська, І.І. Дерев'янка</i> Аналіз процесу візуалізації інформації для людино-орієнтованого проектування інтерфейсу .....	47
<i>Д. В. Ігнатенко, І. О. Волощенко</i> Автоматизована система вимірювання метеорологічних показників .....	51
<i>Є. К. Юсубов, М. О. Сверчков, Д. В. Алмосов, А. С. Михайленко, А. А. Львов</i> Аналіз технологій забезпечення комфортного існування у суспільстві осіб з порушенням зору .....	55
<i>С.С. Гоцкало, О.В. Ключко, А.А. Панков, К.В. Хіхля</i> Створення макету електронного замку для частного та корпоративного використання .....	59
<i>Е.Ю. Козейчук</i> Стан сучасного проектування дронів, системи управління дронами, конструкції коптерів, елементи коптерів, SOLIDWORKS .....	64
<i>С.А. Васюта</i> Моделювання гнучкого виробничого модуля багатошарових товстоплінкових плат .....	67
<i>А. Є. Мажара, В.І. Павленко, О.М. Бурма</i> ІНДУСТРІЯ 4.0 як промислове виробництво майбутнього .....	71
<i>А.В. Микитенко</i> Обзор современных типов баз данных для взаимодействия с современными приложениями .....	75
<i>В.І. Павленко, М.Ю. Білоус</i> Методи управління розумним будинком .....	81
<i>В.І. Павленко, А. Є. Мажара, О.М. Бурма</i> LIGA технологія .....	85
<i>О.М.Пазушко</i> Програмний термінал, який виконує функцію читання статусу вхідних контактів або виконує функцію читання вхідних реєстрів .....	89

<i>Е. А. Левченко, И. А. Ситало, Е. Г. Медовая</i>	95
Перспективы развития автоматизированного производства .....	
<i>І. А. Ситало, Е. О. Левченко, К. Г. Медова</i>	99
Концепція гнучкого виробництва .....	
<i>К. Є. Скрипник, Ю. М. Піщур</i>	103
Аналіз технології побудови локальної карти середовища мобільного робота .....	
<i>М.О. Верьовкін</i>	110
Мобільні роботи: можливості, перспективи, проблеми .....	
<i>Т.І. Павленко, Н.Ю. Шило</i>	114
Принципи й компоненти концепції INDUSTRY 4.0 .....	
<i>Є.О. Самойленко, В.В. Бендер</i>	118
Використання програмно реалізованого алгоритму розпізнавання об'єктів на зображенні під час розробки карти приміщення .....	
<i>С.О. Борн, М.В. Кондратюк</i>	122
Автоматизація досліджень фотоелектричних параметрів фокальних концентраторних кремнієвих сонячних батарей на основі плат ARDUINO .....	
<i>В.В.Завалій</i>	126
МЭМС-давачі руху STMICROELECTRONICS .....	
<i>Ф.Баррі</i>	130
Розробка компонентів інформаційно управляючої системи фітнес центра .....	
<i>А.О Тарантін.</i>	134
Аналіз методів проектування промислових комп'ютерних мереж .....	
<i>С.П.Циганок</i>	138
Аналіз управління безколекторним двигуном постійного струму .....	
<i>Д.О. Бойко</i>	141
Кінематика 3D принтерів. види та особливості .....	
<i>Д.С.Близнюк</i>	147
3D принтер. Налаштування переміщень XYZ осей та екструдеру .....	
<i>Р.Є. Стрілець</i>	152
Якість друку фотополімерного 3D принтера .....	
<i>К. І. Гладських</i>	156
Аналіз та вибір матеріалу для побудови несучої конструкції 3D-принтера за технологією DLP .....	
<i>О. Ю. Сергійко</i>	159
Дослідження параметрів багатозондового контактного пристрою для контролю мікросхем BGA .....	
<i>С.В. Філь</i>	165
Технології виготовлення стабілізованих матеріалів .....	
<i>А. А. Бондар, В. О. Глотка</i>	168
Аналіз структури та функціональних можливостей сучасних систем контролю та управління доступом .....	
<i>С.В.Костенко</i>	173
Дистанционное управление мобильными мехатронными системами .....	
<i>Т.І. Павленко, Н.Ю. Шило</i>	179
Аналіз колаборативних роботів .....	
<i>Е. Ю. Валковская, Г. Ю. Кострова, А. А. Брадул, В.А. Запорожцев</i>	183
Анализ работы схемы локационной системы промышленного робота.....	
<i>Ю.М. Піщур, В. К. Матюшенко, А. А. Скрипкин</i>	191
Аналіз технології виготовлення гнучких друкованих плат.....	
<i>Алфавітний список</i> .....	198

Під інфраструктурою розуміється сукупність, співвідношення і змістовне наповнення окремих складових процесу автоматизації банківських технологій.

В інфраструктурі, крім концептуальних підходів, слід виділити п'ять складових: інформаційне забезпечення, технічне оснащення, програмні засоби, системи зв'язку і комунікації, системи зв'язку, захисту та надійності.

Орієнтація на автоматизацію всієї діяльності банків означає поступовий еволюційний перехід від більш простих програмно-апаратних засобів до більш складним з відповідним нарощуванням технічного, технологічного, кадрового потенціалів з одночасним розширенням сфер використання банківського капіталу.

Судячи з усього, найближчим часом темпи розвитку автоматизації банківської системи будуть стрімко рости. Практично всі мережні технології, що з'явилися будуть швидко братися банками на озброєння. Неминучі процеси інтеграції банків в рамках національних і світових банківських співтовариств. Це забезпечить постійне зростання якості банківських послуг, від якого виграють, у кінцевому рахунку, всі – і банки і їхні клієнти.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Балдін К.В., Уткін В.Б. Інформаційні системи в економіці: Підручник. М.: Видавничо-торгова корпорація «Дашков і Ко», 2008. —315 с

2. Барановська Т.П., Лойко В.І., Семенов М.І., Трубілін А.І. Інформаційні системи і технології в економіці: Підручник. М.: Фінанси і статистика, 2005. —378 с

3. Титоренко Г.А. Автоматизовані інформаційні технології в банківській діяльності. М.: Фінстатинформ, 1997.—412 с

*Науковий керівник: Хрустальов Кирило Львович, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 65.011.56

### ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

**М.Ю. Білоус, В.І. Павленко**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: maryna.bilous@nure.ua, vitalii.pavlenko@nure.ua

**Анотація:** в статті розглянуті основні функції та критерії управління; показники ефективності; фактори, що впливають на процес управління. В результаті проведеного аналізу визначені особливості автоматизації технологічних процесів; визначено основні завдання автоматизації та важливість в сучасності. Наведено приклади деяких автоматичних пристроїв, та основні параметри в них.

**Ключові слова:** автоматизація, процес, системи, параметри, сигнали.

### FEATURES OF AUTOMATED CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

**M.Y. Bilous, V.I. Pavlenko**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.14

E-mail: maryna.bilous@nure.ua, vitalii.pavlenko@nure.ua

**Anotations:** the article provides information about the automation of technological processes, its tasks and importance in our time. Examples of some automatic device, and the main parameters in these automatically devices. The basic safety rules for the use of technological processes are given.

**Keywords:** automation, process, systems, parameters, signals.

Майбутній прогрес буде прямо залежати від масового використання комп'ютерів в автоматизації та управлінні, а також швидкою інтеграцією окремих функцій, таких як контроль, моніторинг, оптимізація процесів, технічне обслуговування, діагностика, а також витрати і фінанси. З кожним днем важливість автоматизації зростає в геометричній прогресії, тому прогрес не стоїть на місці. Автоматизація технологічних процесів – етап комплексної механізації, що характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління технологічними процесами (ТП) і передачею цих функцій автоматичним пристроям [1]. При автоматизації ТП отримання, перетворення, передача і використання енергії, матеріалів та інформації виконуються автоматично за допомогою спеціальних технічних засобів і систем управління.

На теперішній час автоматизація настільки широко застосовується, що неможливо уявити ні одну галузь людської діяльності без автоматизації, тому, тема статті є актуальною.

Розглянемо більш детально процес автоматизації теплових процесів.

Автоматизація технологічних процесів – це використання енергії неживої природи в ТП або його складових частинах для їх виконання і керування ними без безпосередньої участі людей, що здійснюється з метою зменшення трудових затрат, покращення умов виробництва, підвищення обсягів випуску та якості продукції.

Продуктивність автоматизації оцінюється показниками (критеріями), які характеризують функціонування об'єкта управління в цілому, в залежності від контролю та впливів, що є шкочливими.

Показники ефективності можуть бути мінімальним критерієм якості перехідного процесу [2]: мінімальним енергоспоживанням на одиницю готового продукту; мінімальними витратами на виробництво; максимальним прибутком; максимальною продуктивністю; максимальним виходом цільового продукту і т. д.

Метою управління системою, наприклад, стабілізації є підтримання постійного рівня з необхідною точністю того чи іншого технологічного параметра. Автоматизовані стабілізуючі системи (АСС) зазвичай автоматизують прості допоміжні процеси з урахуванням ефективності основного процесу [3].

Через безліч факторів, що впливають на процес, досить складно, а іноді і неможливо, одночасно досягти ефективності технологічної установки в усіх відношеннях шляхом стабілізації процесів. Тому весь процес ділиться на окремі секції, які характеризуються відносно невеликою кількістю змінних параметрів. Зазвичай ці області збігаються з завершеними технологічними фазами, для яких формуються їх завдання, які є частиною загальної задачі управління процесом в цілому.

Завдання управління окремими етапами зазвичай спрямовані на оптимізацію технологічних параметрів або критеріїв управління, які можна легко розрахувати за відомим робочим параметрам.

Основними автоматичними пристроями, що визначають технологічний режим процесу, є регулятори. Тому спочатку необхідно вибрати параметри для регулювання, а також канали для введення регулюючих впливів, а потім приступити до вибору інших параметрів.

Цей процес може бути глибоко вивчений тільки для того, щоб вибрати параметри технологічного процесу, що підлягає регулюванню, і змінити відповідний для введення регулюючих впливів. У той же час вони визначають мету процесу, його зв'язок з іншими виробничими процесами, вибирають показник ефективності і знаходять статичні та динамічні моделі технологічних об'єктів. Потім вони аналізують ймовірність впливів ,які збурюють об'єкт , і можливість їх усунення, перш ніж впливати на регульований параметр.

Особливу увагу слід приділити стабілізації вхідних параметрів, оскільки при їх зміні в об'єкті виникають найсильніші збурення.

Як правило, не всі заважають фактори можуть бути усунені до того, як вони потраплять в об'єкт управління. Дуже важливо прогнозувати і, при необхідності, усувати внутрішні перешкоди. Крім того, не всі вхідні координати можна стабілізувати, так як більшість з них визначаються технологічним режимом попереднього або наступного процесу.

Вибір нормативних і регульованих значень, а також каналів управління заснований на використанні статичних і динамічних властивостей об'єкта. У разі статичних характеристик можна оцінити ступінь впливу одних параметрів на інші. Динамічні характеристики сприяють вибору каналів, за якими регулюючий вплив є найефективнішим.

Для вибору параметрів керування необхідно керуватися тим, що при їх мінімальній кількості надається найбільш повний обсяг інформації про процес.

Параметри, які необхідно знати для виконання пускових робіт, налагодження та проведення технологічного процесу, підлягають контролю. До таких параметрів належать усі регульовані параметри, нерегульовані режимні параметри та вхідні координати, у разі зміни яких до об'єкта можуть надходити збурюючі величини.

Для оперативного управління процесом необхідно контролювати найбільш важливі вихідні параметри процесу. Для отримання даних, необхідних для обліку витрат і техніко-економічних показників, необхідно контролювати кількість витраченої енергії, палива, тепла, теплоносія й інших витрат енергії та матеріалів [4].

Розглянемо процес одноконтурного регулювання.

Регульована величина – температура продукту на виході з теплообмінника. Регулюючою може бути витрата теплоносія або продукту.

Регулювання температури  $T_n$  (рис. 1) шляхом зміни витрати теплоносія використовують, коли теплообмінник має порівняно мале запізнення, а до якості перехідного процесу не висувається жорстких вимог [5].

Якщо тиск теплоносія змінюється істотно або з якихось причин вплинути на зміну теплоносія неможливо (наприклад, в утилізаторах), а також при великому часі чистого запізнення теплообмінника, використовують метод байпасного перетікання продукту.

Витрата теплоносія може підтримуватись на одному рівні за допомогою стабілізуючої системи. Якщо на витрату продукту  $F_n$  не накладається обмежень за його зміною, то для ефективного керування процесом доцільно стабілізувати ці витрати перед входом в теплообмінник або регулювати температуру безпосередньо зміною витрати  $F_n$ .

Схеми регулювання температурною зміною витрати продукту в байпасному трубопроводі наведені на рис. 2, а, б [5].

Схеми регулювання температурою в разі дії на витрати продукту наведені на рис. 3, а, б [5].

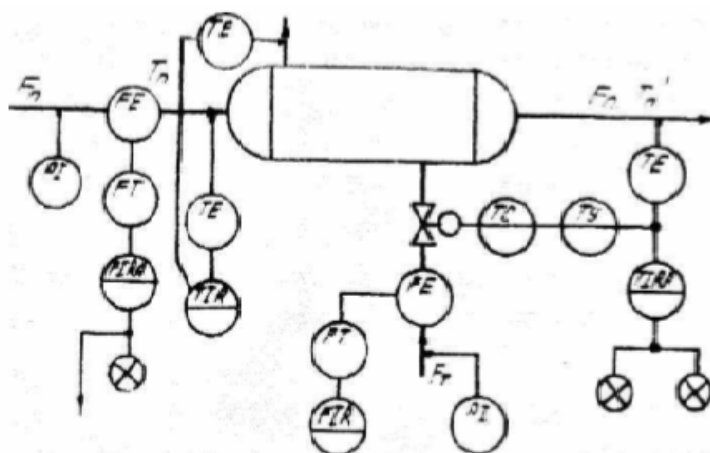
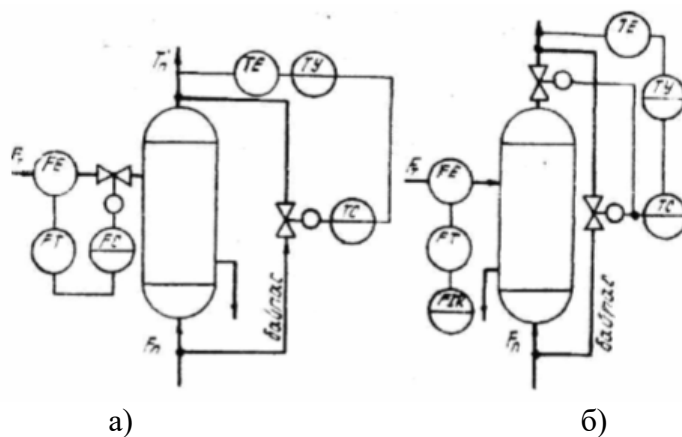


Рисунок 1 – Функціональна схема автоматизації теплообмінника



а) регулювання за допомогою одного клапана; б) регулювання за допомогою двох клапанів  
Рисунок 2 – Схема регулювання температурною зміною витрати продукту в байпасному трубопроводі

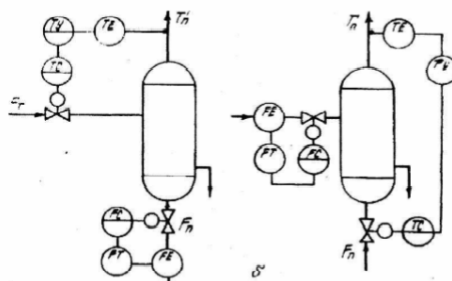


Рисунок 3 – Схеми регулювання температурою в разі дії на витрати продукту

Розглянемо ключові функції автоматизованих систем управління ТП, які підрозділяються на керуючі, інформаційні та допоміжні.

Для виконання функцій автоматизованими системами управління ТП необхідна взаємодія її складових частин:

- технічного, програмного;
- інформаційного та організаційного забезпечення;
- оперативного персоналу.

Розглянемо критерії управління до них можна віднести:

– техніко-економічний показник (наприклад, собівартість вихідного продукту при заданій його якості; продуктивність технологічний об'єкт управління (ТОУ) при заданій якості вихідного продукту і т.п.);

– технічний показник (наприклад, параметри процесу, характеристики вихідного продукту).

Проаналізувавши сучасні автоматизовані системи управління ТП виявлено, що складністю таких систем є те, що вона включає велику кількість різних технічних засобів, персонал і т. д, але такі системи є багатофункціональними, бо можуть виконувати ряд різноманітних функцій.

Одним з критеріїв ефективного функціонування автоматизованих систем управління ТП є надійність, тобто це безвідмовність і ремонтпригодність систем. Саме підвищення надійності збільшує ефективність таких систем, але вимагає додаткових витрат, що знижують ефект – це перша особливість автоматизованих систем управління.

Виявлено, що особливістю автоматизованих систем управління ТП – система безпосередньо взаємодіє з технологічним процесом, тобто є системою найнижчого рівня управління.

Управління технологічним процесом може здійснюватися на рівні агрегату або ділянки, цеху, чи навіть корпусу виробництва підприємства, тобто, автоматизовані системи управління ТП можуть охоплювати різні частини технологічного процесу.

Також, до особливостей автоматизованих систем управління ТП можна віднести відсутність жорсткого зв'язку автоматизованих систем управління з організаційною структурою.

**ВИСНОВКИ.** Виявлено, що основною метою автоматизації є зменшення витрат, підвищення якості продукції, зменшення впливу людського чинника (впритул до його повного зникнення), полегшення життя людини. В результаті аналізу основних функцій та критеріїв управління, виявлені особливості застосування автоматизованих систем управління.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Селевцов, Л.И. Автоматизация технологических процессов: учебник / Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов. – 3-е издание. – М. – 2014. – 352 с.
2. Ельперін, І. В. Автоматизація виробничих процесів : підруч. / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. – К.: Ліра-К, 2016. – 378 с.
3. Бабіченко, А. К. Основи вимірювань та автоматизації технологічних процесів / А. К. Бабіченко. – Х.: – 2009. – 616 с.
4. Невлюдов, І. Ш. Основи виробництва електронних апаратів / І. Ш. Невлюдов. – Харків: Компанія СМІТ, 2005. – 592 с.
5. Стенцель, Й. І. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв / Й. І. Стенцель. – К.: ІСДО.1995. - 360 с.

*Науковий керувник: Сотник Світлана Вікторівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 62-553.6

#### ОГЛЯД СУЧАСНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ ТА ЇХ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ

##### **В.В. Горожеєв**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки Україна 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: vladyslav.horozheiev@nure.ua

**Анотація:** В роботі проведено огляд та аналіз сучасних акселерометрів та сфер їхнього застосування. Були розглянуті технологія МЕМС, 3D-МЕМС, концепція CoM (Chip on MEMS), CoB (Chip on Board), НЕМС та їх особливості. Також були оглянуті сфери застосування МЕМС-акселерометрів та їх перспективи подальшого розвитку.

**Ключові слова:** акселерометри, МЕМС, 3D-МЕМС, концепції CoM, CoB, NEMS, чутливий елемент, види акселерометрів.

#### REVIEW OF CURRENT ACCELEROMETERS AND THEIR SCOPES OF APPLICATION

##### **V. Horozheiev**

Kharkiv National University of Radio Electronics Ukraine,  
61166, Kharkiv, Nauky av. 14

E-mail: vladyslav.horozheiev@nure.ua