

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

## ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут	Навчально-науковий інститут Комп'ютерних систем і технологій «Індустрія 4.0» ім. П.М. Платонова
Факультет	Автоматизації та робототехніки
Кафедра	Автоматизації технологічних процесів і робототехнічних систем
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність Освітня програма	151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації

### КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Тема: «Розробка циклу лабораторних робіт з дисципліни «Основи пневмо- та гідроприводу робото технічних систем» та їх методичного забезпечення» для кафедри АТПіРС ОНАХТ»

Розробив

Д.Г. Маклецький

Керівник

д.т.н., доцент

В.Б. Єгоров

Зав. кафедри АТПіРС

д.т.н., професор

В.А. Хобін

*«e-версія роботи ідентична оригіналу»*

Д.Г. Маклецький

*«e-версію роботи прийнято»*

Депозитор кафедри АТПіРС

Одеса-2022

## ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут	Навчально-науковий інститут Комп'ютерних систем і технологій «Індустрія 4.0» ім. П.М. Платонова
Факультет	Автоматизації та робототехніки
Кафедра	Автоматизації технологічних процесів і робототехнічних систем
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Освітня програма	Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації

### ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТП і РС

\_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Хобін

В.А.

«20» вересня 2022 року

### З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

1. Здобувач освіти **Маклецький Дмитро Георгійович**
2. Тема роботи «Розробка циклу лабораторних робіт з дисципліни «Основи пневмо- та гідроприводу робототехнічних систем» та їх методичного забезпечення» для кафедри АТПіРС ОНАХТ»
3. Керівник кваліфікаційної роботи магістра **Єгоров Віктор Богданович, д.т.н., доцент**

П.п. 2 і 3 затверджено наказом ОНАХТ від 17 вересня 2021 року № 737-03.

4. Строк подання студентом зброшурованої випускної роботи – 09 грудня 2022 р.

5. Вихідні дані до випускної роботи: матеріали виконаних індивідуальних завдань (ІЗ) виробничої практики, дипломної роботи бакалавра, дослідницької практики, курсових та самостійних робіт, виконаних відповідно до ІЗ.

6. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ (актуальність роботи, зв'язок з науковими напрямками робіт академії, мета та задачі дослідження, об'єкт та предмет дослідження, методи дослідження, наукова новизна отриманих результатів, практичне значення отриманих результатів, апробація результатів роботи, публікації, структура та об'єм роботи).

Розділ 1. Розділ 1 - вибір та обґрунтування обладнання для подальших робіт з лабораторним стендом.

Розділ 2. Технічний опис лабораторного стенду

Розділ 3. розробка та інтеграція програмно-технічного та методичного забезпечення лабораторних робіт в учбовий процес в рамках ндл мехатроніки та робототехніки.

Додатки (допоміжні матеріали, ксерокопії програм конференцій, статей, патентів).

Список літератури

7. Консультанти розділів випускної кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Вибір та обґрунтування обладнання для подальших робіт з лабораторним стендом. Технічний опис лабораторного стенду	Єгоров В.Б. <i>д.т.н. доцент</i>		
Розробка та інтеграція програмно-технічного та методичного забезпечення лабораторних робіт в учбовий процес в рамках ндл мехатроніки та робототехніки	Єгоров В.Б. <i>д.т.н. доцент</i>		

8. Дата видачі завдання 20 вересня 2021 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ та загальна характеристика роботи		
2	Вибір обладнання та його технічний опис		
3	Розробка технічного завдання та лабораторних стендів для студентів		
4	Опис та формування лабораторних робіт з пневматики та електро пневматики за допомогою стендів фірми Samozzi		
5	Опис та формування робіт з циклічністю роботи та з двома робочими органами		
6	Розробка лабораторних робіт що пов'язані з роботою з контролером фірми Phoenix Contact		
7	Оформлення додатків та роботи в цілому		
8	Здача роботи на перевірку керівникові, виправлення зауважень, підпис керівника		
9	Брошування роботи, представлення її завідувачу кафедри, підпис, направлення роботи на зовнішнє рецензування та захист у ЕК		

**Студент**

**Маклецький Д.Г.**

**Керівник кваліфікаційної роботи**

**Єгоров В.Б.**

## АНОТАЦІЯ

Розробка програмно-технічного та методичного забезпечення лабораторних робіт з дисципліни «Розробка циклу лабораторних робіт з дисципліни «Основи пневмо- та гідроприводу робото технічних систем». Рукопис. випускна дипломна робота на здобуття ступені вищої освіти магістра, зі спеціальності 151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Одеська національна академія харчових технологій, Одеса, 2022р.

Дипломна робота містить 127 сторінок, 14 таблиці, 137 рисунків, список джерел з 16 найменувань.

Об'єкти дослідження. Лабораторний стенд від компанії samozzi та контролер серії 1050 від Phoenix Contact.

Предмет дослідження. Розробка програмно-технічного та методичного забезпечення лабораторних робіт «Розробка циклу лабораторних робіт з дисципліни «Основи пневмо- та гідроприводу робото технічних систем»

Мета дипломної роботи. Створення програмно-технічного та методичного забезпечення лабораторних робіт на базі Лабораторного стенду від компанії та контролеру серії 1050 від Phoenix Contact .

Завдання роботи полягає в розробці циклу лабораторних робіт для студентів спеціальності 151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». На основі висновків розробити цикл лабораторних робіт .

Розроблені лабораторні роботи можуть бути використані в рамках дисципліни «Основи пневмо- та гідроприводу робото технічних систем», а також в перспективі на майбутнє можуть бути платформою для розробок розрахунково-графічних завдань і курсових робіт в рамках цієї ж дисципліни.

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ 1 - вибір та обґрунтування обладнання для подальших робіт з лабораторним стендом .....	10
Розділ 2 - Технічний опис лабораторного стенду .....	13
Розділ 3 – розробка та інтеграція програмно-технічного та методичного забезпечення лабораторних робіт в учбовий процес в рамках ндл мехатроніки та робототехніки.....	56
Лабораторна робота 1.....	57
Лабораторна робота 2 .....	61
Лабораторна робота 3.....	65
Лабораторна робота 4.....	70
Лабораторна робота 5 .....	74
Лабораторна робота 6.....	82
Лабораторна робота 7 .....	86
Лабораторна робота 8 .....	90
Лабораторна робота 9 .....	94
Лабораторна робота 10.....	101
Лабораторна робота 11.....	122
Список літератури .....	124

## ВСТУП

Найважливішою технічною основою розвитку і продуктивності будь-якого виробництва є пневматика. Вона використовується в багатьох областях науки, техніки, промисловості і в першу чергу там, де життєдіяльність людини рутинна, затrudжена або неможлива.

Як правило, для пневматичних систем типовими діями є повторення одних і тих же рухів і дій маніпулятора по жорсткій програмі в спеціально обмеженій від людини зоні.

Контролери в пневматичних системах запрограмовані виконувати певні операції без урахування працюючих поруч з ними людей. Тому на виробництві вони можуть загрожувати життю та здоров'ю людини. Відомі випадки загибелі людей через роботу пневматичних пристроїв. З огляду на це їх встановлюють в спеціально відведених місцях, фарбують в яскраві кольори і зводять огорожі в зоні дії пневматичних систем, щоб не наражати на небезпеку людей. При будь-якій фізичній взаємодії людини з пневматикою, механізм необхідно попередньо відключити.

Також завдяки впровадженню сучасних контролерів та можливість підключення більшості з них до мережі інтернет, тобто об'єднання багатьох контролерів на підприємстві в єдину мережу дає можливість включити роботу з пневматичними системами та контролерами до пневматичних систем в епоху розвитку індустрії 4.0.

### **Поняття четвертої промислової революції (Індустрія 4.0)**

Четверта індустріальна революція – це перехід на повністю автоматизоване цифрове виробництво, кероване інтелектуальними системами в режимі реального часу в постійній взаємодії з зовнішнім середовищем, що знаходиться за межами одного підприємства та має перспективу об'єднання у глобальну промислову мережу. Саме ця революція описується ключовими технологіями, такими як робототехніка, штучний інтелект, адитивні технології (селективне лазерне плавлення - SLM; пряме лазерне нанесення метала - DLMD, також селективне лазерне спікання SLS; лазерна стеріолітографія - SLA; моделювання методом наплавлення - FDM і т.п.), комп'ютерні симуляції, віртуальна і доповнена реальність, інтернет речей, хмарні технології, бази даних (big data), друкована електроніка, блокчейн і безліч інших технологій.

У широкому сенсі Індустрія 4.0 відображає поточний тренд розвитку автоматизації та обміну даними, що входить до складу кіберфізичних промислових систем, інтернету речей хмарних обчислень. Технології 4.0 представляють собою новий рівень організації виробництва та управління ланцюжком створення вартості протягом усього життєвого циклу продукції, що випускається.

Звертаючись до історії, попередні революції зменшили потребу людини важко працювати, а майбутня революція майже повністю позбавить нас від необхідності вдаватися до самостійної діяльності (побутової чи виробничої) або обслуговувати інших людей. Зміна технологічних укладів з подальшим різким стрибком продуктивності і зростанням економіки – промислові/індустріальні революції.

Промислова революція	Період	Інновації	Результат
Перша промислова революція.	(кінець XVIII - початок XIX ст.)	водяні та парові двигуни, ткацькі верстати, механічні пристрої, транспорт, металургія	переходом від аграрної економіки до промислового виробництва за рахунок винайдення парової енергії, механічних пристроїв, та розвинення металургії.
Друга промислова революція	(друга половина XIX ст. - початок XX в.)	електрична енергія, високоякісна сталь, нафтова та хімічна промисловість, телефон, телеграф.	потокове виробництво, електрифікація, залізничні дороги, розподіл праці.
Третя промислова революція	кінець XX в. (1970 г. та далі)	розвиток електроніки, цифровізація, застосування на виробництві інфокомунікаційних технологій та ПЗ.	автоматизація та робототехніка
Четверта промислова революція	термін введений в 2011 р, в рамках німецької	Глобальні промислові мережі, інтернет речей, перехід до поновлюваних джерел живлення,	Розподілене виробництво, розподілена енергетика, мережевий

	ініціативи - Індустрії 4.0	перехід від металургії до композитних матеріалів, 3D-принтери, вертикальні ферми, синтез їжі, автономний транспорт, нейромережі, генна модифікація, біотехнології, штучний інтелект.	колективний доступ та споживання, прямий доступ виробника до споживача та інше.
--	-------------------------------	--	---

Головна відмінність четвертої промислової революції від попередніх в тому, що вона несе в собі принцип зв'язку і взаємного обміну даними пристроїв між собою - варіант взаємного обміну інформацією ми і будемо розглядати в даній роботі.



Рис. 1 – Приклад робочої моделі більшості підприємств на сьогоднішній день.



Рис. 2 – Приклад робочої моделі підприємств у майбутньому.

## КОРОТКА ІСТОРИЧНА ДОВІДКА

В розвитку пневмоавтоматики можна визначити чотири етапи: застосування великогабаритних універсальних приладів; застосування блочних пристроїв, які реалізують агрегатний принцип; застосування елементного принципу; застосування елементів та пристроїв, які використовують в роботі газодинамічні ефекти. Великогабаритні універсальні прилади були у використанні до 40-х років 20-го століття і вирішували проблему стабілізації технологічних параметрів різних об'єктів. Їх перевага – розміщення в одному корпусі вимірювальних, показувальних, реєструвальних, регулювальних та задавальних пристроїв. Недолік – великі розміри та звужені функціональні можливості, які зтрудняють створення складних взаємозв'язаних систем автоматичного регулювання.

Розвиток промисловості зумовив необхідність створення багатоконтурних систем зв'язаного регулювання. Це спричинило появу агрегатного принципу побудови систем пневмоавтоматики. Такі системи збиралися зі стандартних блоків, приладів та обчислювальних пристроїв, які

виконували певну функцію в контурі регулювання (тобто, вимірювання, регулювання, реєстрацію, формування завдання, підсумовування, множення на постійний коефіцієнт і т.ін.). Кожний блок, наприклад, системи АУС (агрегатної уніфікованої системи контролю та керування) виконував певну математичну операцію і складався з однакових шайб з прокладеними поміж них мембранами.

В 50-х роках 20-го століття в промисловості почали впроваджувати оптимальні системи регулювання різними технологічними процесами. Система АУС, яка використовувалась для побудови одноконтурних та багатоконтурних систем, не дозволяла створювати оптимальні системи регулювання. У зв'язку з цим було запропоновано елементний принцип побудови пневматичних приладів і регуляторів по аналогії з системами електроніки та електроавтоматики. Згідно до цього принципу, кожний новий пневматичний прилад або система створювались не у вигляді спеціальної конструкції, а збирались із пневмоелементів універсального призначення.

Кожний елемент такої системи призначений для виконання окремої аналогової або дискретної функції. Представником такої системи пневмоавтоматики є система «УСЕППА» – універсальна система елементів промислової пневмоавтоматики. Всі елементи цієї системи виконують елементарні операції та мають уніфіковане розташування входів і виходів. Монтаж їх здійснюється на спеціальних пневматичних платах, які виготовляються із оргскла та мають комунікаційні канали зв'язку між входами та виходами елементів, які наносять друкарським засобом. Елементний принцип побудови приладів дозволяв створювати любі одноконтурні та багатоконтурні релейні схеми, пристрої пневматичної телемеханіки з кодуванням та декодуванням сигналів, неперервні і дискретні регулюючі пристрої зі складними законами регулювання,

системи оптимізації та комплексної автоматизації, які мали сотні і тисячі елементів.

В кінці 50-х років незалежно один від одного в СРСР та США були розроблені струминні елементи, основані на взаємодії потоків струменів між собою і з твердими стінками, і елементи, робота яких базувалась на ефектах прилипання струменя до профілю крила літака. Цей різновид пневмоавтоматики отримав назву пневмоніка. Струминні елементи аналогічні електронним приладам і виконують подібні функції. Вони мають дуже малі розміри, не мають рухомих та пружних деталей та дозволяють створювати підсилювальні елементи пропорційного та релейного типів з різними характеристиками, генератори, елементи пам'яті, тригери т.д., а також різні прилади неперервної та дискретної техніки, аналогові і цифрові обчислювальні та керуючі машини. Відсутність рухомих частин цих елементів визначають їх простоту, довговічність і достатню швидкодію, яка може досягати при виконанні операцій 2-3 кГц. Ще одна їх перевага – можливість виготовлення цих елементів у вигляді друкованих схем, які виготовляють методом штамповки, лиття, травлення на пластмасах, металах, керамічних матеріалах та склі. Їх недолік – використання повітря дуже високої чистоти та сухості. Елементи пневмоніки знаходять застосування в хімічній, нафтопереробній, газовій промисловості, енергетиці, верстатобудуванні, авіаційній та реактивній техніці, медицині і т.д.

В кінці 70-х – на початку 80-х років була створена система модульної пневмоавтоматики КЕМП, побудована також за елементним принципом. Елементи цієї системи мали значно менші розміри, більш широкі функціональні можливості та збирались із метало-пластикових деталей і лавсанових мембран. Однак широкого застосування ця система поки не знайшла.