

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з дисципліни «**Технічні засоби автоматизації**»
для студентів денної та заочної форми навчання
спеціальності

G7 – „Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та
робототехніка”

Затверджено на
засіданні кафедри КІСУ
протокол № 7 від 06.02.2026

Київ 2026

УДК 681.5

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Сучасні методи теорії управління» (для здобувачів вищої освіти спеціальності G7 – «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка») (*Електронне видання*) / Уклад.: Сотнікова Т. Г., А.А. Асманкіна. – Київ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2026. – 36 с.

У методичних вказівках викладені матеріали, необхідні для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Методичні вказівки містять основні теоретичні відомості за темами лабораторних робіт, відомості про принципи роботи технічних засобів автоматизації, пневматичних і гідравлічних виконавчих механізмів, керуючих клапанів та елементів логіки керування. Наведені завдання спрямовані на формування практичних навичок аналізу, моделювання та дослідження роботи елементів автоматизованих систем із використанням сучасних програмних засобів, а також містять рекомендації щодо оформлення звітів, контрольні питання та довідкові матеріали.

Укладач:

Т.Г. Сотнікова, к.т.н., доцент
А.А. Асманкіна, асистент

Рецензент:

М.Г. Лорія, д.т.н., професор

ВВЕДЕННЯ

Методичні вказівки складені відповідно до робочої програми з дисципліни «Технічні засоби автоматизації» для здобувачів вищої освіти спеціальності G7 – «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Дисципліна «Технічні засоби автоматизації» спрямована на формування у здобувачів вищої освіти системного уявлення про склад, принципи дії та особливості застосування технічних засобів, що використовуються в сучасних автоматизованих системах керування. Вивчення дисципліни забезпечує підготовку фахівців освітнього рівня бакалавра відповідно до вимог державних стандартів, освітньо-професійної програми та освітньо-кваліфікаційної характеристики за вказаною спеціальністю.

Метою вивчення дисципліни є набуття знань про принципи роботи та функціональні можливості засобів автоматизації, виконавчих механізмів, пневматичних і гідравлічних елементів, керуючих клапанів, датчиків і логічних елементів, а також формування практичних навичок їх використання під час побудови та аналізу автоматизованих систем.

Метою лабораторних робіт з дисципліни є закріплення теоретичних знань шляхом виконання практичних завдань, дослідження роботи технічних засобів автоматизації, аналіз функціонування пневматичних і гідравлічних схем, формування вмінь моделювання та інтерпретації результатів експериментів, а також розвиток самостійності мислення й інженерного підходу до розв'язання прикладних задач.

Предметом дисципліни є технічні засоби автоматизації, що застосовуються в автоматизованих системах керування технологічними процесами, зокрема виконавчі механізми, елементи керування, засоби формування та обробки сигналів.

Завданням дисципліни є набуття практичних навичок вибору, аналізу, налаштування та використання технічних

засобів автоматизації під час проєктування і експлуатації автоматизованих систем керування з використанням сучасних програмних і віртуальних середовищ моделювання.

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБІТ

Робоча програма з дисципліни «Технічні засоби автоматизації» ґрунтується на поєднанні теоретичної підготовки з виконанням лабораторних робіт, спрямованих на вивчення реальних технічних засобів автоматизації та принципів їх функціонування в автоматизованих системах керування. Тематика лабораторних робіт забезпечує зв'язок навчального процесу з практичною інженерною діяльністю та формує у здобувачів вищої освіти уявлення про застосування пневматичних, гідравлічних і керуючих елементів у сучасних системах автоматизації.

Лабораторні практикуми дозволяють набути практичних навичок аналізу схем автоматизації, дослідження роботи виконавчих механізмів і керуючих пристроїв, обробки та оформлення результатів експериментів, а також представлення результатів виконаних робіт у вигляді технічного звіту з обґрунтованими висновками.

Методика виконання лабораторних робіт є спрощеною моделлю інженерного циклу проєктування та дослідження технічних систем, у межах якого здобувачі вищої освіти послідовно виконують побудову схеми, аналіз її роботи, експериментальне дослідження та узагальнення отриманих результатів. Під час виконання лабораторних робіт формуються базові елементи інженерної та дослідницької діяльності, необхідні для подальшого професійного становлення фахівця з автоматизації.

1.1 Загальні положення

Лабораторна робота є невеликим науковим звітом, що узагальнює проведену здобувачем вищої освіти роботу, яку представляють для захисту викладачеві. До практичних робіт пред'являється ряд вимог, основним з яких є повний, вичерпний

опис всієї виконаної роботи, що дозволяє судити про отримані результати, міру виконання завдань і професійну підготовку здобувачів вищої освіти.

У звіт з практичних робіт мають бути включені наступні пункти:

- титульний аркуш;
- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- опис експериментальної установки і методики експерименту;
- експериментальні результати;
- аналіз результатів роботи;
- висновки.

1.2 Вимоги до вмісту окремих частин звіту з лабораторної роботи

Титульний аркуш є першою сторінкою будь-якої наукової роботи і для конкретного вигляду роботи заповнюється за певними правилами. Для практичної роботи титульний аркуш оформляється таким чином. У верхньому полі аркуша вказують повне найменування учбового закладу і кафедри, на якій виконувалася дана робота.

У середньому полі вказується вид роботи, в даному випадку практична робота з вказівкою дисципліни, за якою вона виконана, і нижче її назва. Назва практичної роботи приводиться без слова «Тема» і в лапки не полягає. Далі ближче до правого краю титульного аркуша вказують прізвище, ініціали, курс і групу що вчиться, виконав роботу, а також прізвище, ініціали, вчене звання і посаду викладача, що прийняв роботу.

У нижньому полі аркуша вказується місце виконання роботи і рік її написання (без слова рік). Мета роботи повинна відображати тему практичної роботи, а також конкретні завдання, поставлені студентові на період виконання роботи.

За об'ємом мета роботи залежно від складності і багатозадачності роботи складає від декількох рядків до 0,5 сторінки.

Короткі теоретичні відомості. У цьому розділі викладається короткий теоретичний опис явища, що вивчається в роботі, або процесу, приводяться також необхідні розрахункові формули. Матеріал розділу не повинен копіювати вміст методичного посібника або підручника за даною темою, а обмежується викладом основних понять і законів, розрахункових формул, таблиць, потрібних для подальшої обробки отриманих експериментальних результатів. Об'єм літературного огляду не повинен перевищувати 1/3 частини всього звіту.

Опис експериментальної установки і методики експерименту. У даному розділі приводиться схема експериментальної установки з описом її роботи і детально викладається методика проведення експерименту, процес здобуття даних і спосіб їх обробки. Якщо використовуються стандартні пакети комп'ютерних програм для обробки експериментальних результатів, то необхідно обґрунтувати можливість і доцільність їх вживання, а також подробиці обробки даних з їх допомогою.

Експериментальні результати. У цьому розділі наводяться безпосередньо результати, отримані в ході проведення лабораторних робіт: експериментально або в результаті комп'ютерного моделювання певні значення величин, графіки, таблиці, діаграми.

Аналіз результатів роботи. Розділ звіту повинен містити детальний аналіз отриманих результатів, інтерпретацію цих результатів на основі фізичних законів. Слід порівняти отримані результати з відомими літературними даними, обговорити їх відповідність існуючим теоретичним моделям. Якщо виявлена невідповідність отриманих результатів і теоретичних розрахунків або літературних даних, необхідно обговорити можливі причини цих невідповідностей.

Висновки. У висновках коротко викладаються результати роботи: отримані експериментально або теоретично значення фізичних величин, їх залежності від умов експерименту або вибраної розрахункової моделі, вказується їх відповідність або невідповідність фізичним законам і теоретичним моделям, можливі причини невідповідності.

Звіт з практичної роботи оформлюється на папері стандартного формату А4 на одній стороні аркуша, які зшиваються степлером. Допускається оформлення звіту з лабораторної роботи лише в електронному вигляді засобами Microsoft Office.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Дисципліна «Технічні засоби автоматизації» є базовою складовою підготовки фахівців у галузі автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки. Вона формує у здобувачів вищої освіти уявлення про реальні технічні елементи, що забезпечують функціонування автоматизованих систем керування технологічними процесами, та про взаємозв'язок між окремими компонентами таких систем.

Теоретичне вивчення дисципліни дозволяє ознайомитися з призначенням, принципами дії та характеристиками засобів автоматизації, однак повноцінне розуміння їх роботи можливе лише за умови практичного дослідження. Саме тому виконання лабораторних робіт є необхідним етапом засвоєння дисципліни, оскільки дає змогу наочно простежити роботу пневматичних і гідравлічних виконавчих механізмів, керуючих клапанів, логічних елементів та систем керування в цілому.

Лабораторні роботи спрямовані на формування практичних навичок побудови та аналізу схем автоматизації, дослідження впливу параметрів керування на роботу виконавчих механізмів,

а також на розвиток інженерного мислення й уміння приймати обґрунтовані технічні рішення. Використання сучасних програмних і віртуальних середовищ моделювання дозволяє відтворити роботу реальних систем автоматизації, що є особливо важливим для розуміння процесів, які відбуваються в промислових умовах.

Виконання лабораторних робіт сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу, формуванню цілісного бачення структури автоматизованих систем керування та підготовці здобувачів вищої освіти до подальшого вивчення спеціальних дисциплін і практичної діяльності у сфері автоматизації.

Важливе місце в дисципліні «Технічні засоби автоматизації» займають пневматичні та гідравлічні циліндри як базові виконавчі механізми, що безпосередньо реалізують керуючий вплив у автоматизованих системах. Саме циліндри забезпечують перетворення енергії стисненого повітря або робочої рідини в механічний рух, завдяки чому стає можливим виконання технологічних операцій, переміщення, притискання, фіксація та позиціонування об'єктів.

Розгляд циліндрів у межах технічних засобів автоматизації є методично обґрунтованим, оскільки вони належать до найпростіших і водночас найпоширеніших виконавчих механізмів у промисловості. На прикладі односторонніх і двосторонніх пневмоциліндрів здобувачі вищої освіти можуть наочно простежити взаємозв'язок між джерелом енергії, керуючим елементом і виконавчим механізмом, а також зрозуміти принципи формування руху та керування ним.

Пневматичні та гідравлічні циліндри є першою ланкою між автоматизованими системами керування та робототехнічними пристроями. Саме на їх основі реалізуються лінійні рухи

маніпуляторів, захватних механізмів, автоматичних ліній і промислових роботів. Розуміння принципів роботи циліндрів, способів їх керування та взаємодії з клапанами і логічними елементами створює фундамент для подальшого вивчення складніших робототехнічних систем, електропневматичного та електрогідравлічного керування. Дослідження роботи циліндрів у межах лабораторних робіт дозволяє закласти базові уявлення про виконавчі механізми автоматизованих і робототехнічних систем та сформувані інженерне мислення, необхідне для проєктування сучасних засобів автоматизації.

Лабораторна робота №1

Тема: Ознайомлення зі структурою технічних засобів автоматизації та їх класифікацією

Мета роботи Ознайомитися зі структурою технічних засобів автоматизації, їх основними функціональними групами та принципами взаємодії елементів в автоматизованих системах керування. Сформувані уявлення про місце виконавчих механізмів, засобів керування та джерел енергії в загальній структурі систем автоматизації.

Обладнання (онлайн / програмне забезпечення)
Комп'ютер з доступом до мережі Інтернет; програмне забезпечення Microsoft Word для оформлення результатів роботи.

Короткі теоретичні відомості

Технічні засоби автоматизації являють собою сукупність пристроїв і елементів, призначених для автоматичного керування технологічними процесами без безпосередньої участі людини. У загальному випадку автоматизована система керування складається з джерела енергії, керуючих елементів,

виконавчих механізмів, а також допоміжних пристроїв і з'єднувальних ліній.

Залежно від виконуваних функцій технічні засоби автоматизації поділяються на засоби керування, виконавчі механізми та елементи формування і передачі сигналів. Виконавчі механізми забезпечують реалізацію керуючого впливу у вигляді механічного руху або зусилля, тоді як керуючі елементи визначають послідовність і умови їх роботи. Розуміння структури та класифікації технічних засобів автоматизації є необхідною основою для подальшого вивчення принципів роботи пневматичних і гідравлічних систем.

Хід роботи

- Ознайомитися з поняттям технічних засобів автоматизації та їх роллю в автоматизованих системах керування технологічними процесами.

- Проаналізувати типову структурну схему автоматизованої системи керування, визначивши основні функціональні елементи: джерело енергії, керуючий елемент, виконавчий механізм та об'єкт керування.

- Визначити основні групи технічних засобів автоматизації та навести приклади їх застосування в промисловості.

- Побудувати спрощену функціональну схему автоматизованої системи керування у вигляді блок-схеми із зазначенням взаємозв'язків між основними елементами.

- Коротко описати призначення кожного елемента схеми та його роль у роботі системи автоматизації.

Звіт

У звіті з лабораторної роботи повинні бути подані:

- титульний аркуш;

- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- умовні графічні позначення та символи технічних засобів автоматизації, функціональна схема автоматизованої системи керування з поясненнями;
- короткий аналіз ролі технічних засобів автоматизації у системі;
- висновки.

Контрольні питання

Що розуміють під технічними засобами автоматизації?

Які основні функціональні групи технічних засобів автоматизації ви знаєте?

Яку роль виконують виконавчі механізми в автоматизованих системах керування?

Чому важливо розглядати технічні засоби автоматизації як єдину систему?

Як взаємодіють між собою керуючі та виконавчі елементи автоматизованої системи?

Лабораторна робота №2

Тема: Дослідження виконавчих механізмів у системах автоматизації

Мета роботи Ознайомитися з основними видами виконавчих механізмів, що застосовуються в автоматизованих системах керування, дослідити їх функціональні особливості та області застосування, а також сформулювати уявлення про місце пневматичних і гідравлічних циліндрів серед інших виконавчих пристроїв.

Обладнання (онлайн / програмне забезпечення)

Комп'ютер з доступом до мережі Інтернет; програмне забезпечення Microsoft Word або Microsoft Excel для оформлення таблиць і результатів роботи.

Короткі теоретичні відомості

Виконавчі механізми є ключовими елементами автоматизованих систем керування, оскільки саме вони забезпечують реалізацію керуючого впливу у вигляді механічного руху, зусилля або переміщення. Залежно від характеру руху та виду енергії, що використовується, виконавчі механізми поділяються на лінійні та обертальні, а також на електричні, пневматичні та гідравлічні. Лінійні виконавчі механізми забезпечують прямолінійний рух робочого органа і широко застосовуються в автоматизованих лініях, маніпуляторах та робототехнічних пристроях. Обертальні виконавчі механізми призначені для створення кутового руху і використовуються у приводах валів, механізмах повороту та позиціонування. Вибір типу виконавчого механізму визначається вимогами до точності, швидкодії, зусилля та умов експлуатації системи автоматизації.

Хід роботи

- Ознайомитися з класифікацією виконавчих механізмів за видом руху та типом використовуваної енергії.
- Проаналізувати особливості лінійних та обертальних виконавчих механізмів, визначивши їх основні переваги й недоліки.
- Заповнити порівняльну таблицю виконавчих механізмів за такими ознаками: тип руху, джерело енергії, характерні області застосування, основні переваги та обмеження.

- Визначити, у яких випадках доцільно застосовувати пневматичні та гідравлічні виконавчі механізми порівняно з електричними приводами.

- Зробити висновок щодо ролі пневматичних і гідравлічних циліндрів як базових виконавчих механізмів у системах автоматизації та робототехніки.

Звіт

У звіті з лабораторної роботи повинні бути подані:

- титульний аркуш;
- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- порівняльна таблиця виконавчих механізмів;
- аналіз результатів і обґрунтування вибору типу виконавчого механізму;
- висновки.

Контрольні питання

Яке призначення виконавчих механізмів у системах автоматизації?

Чим відрізняються лінійні виконавчі механізми від обертальних?

Які переваги мають пневматичні та гідравлічні виконавчі механізми?

У яких випадках доцільно використовувати електричні приводи?

Чому пневматичні та гідравлічні циліндри вважаються базовими виконавчими механізмами в робототехнічних системах?

Лабораторна робота №3

Тема: Дослідження роботи одностороннього та двостороннього пневмоциліндра

Ресурси: [SMC PneuDraw](#)

Мета

Ознайомитися з принципами роботи пневматичних циліндрів, відмінностями між односторонньою та двосторонньою дією, а також впливом керуючого клапана на їх функціонування.

Обладнання (онлайн)

– браузер, доступ до **SMC PneuDraw**

Хід роботи

1. Відкрийте в браузері SMC PneuDraw. Створіть нову схему (New / Create).

2. В увімкненій бібліотеці символів знайдіть розділи з джерелом стисненого повітря, розподільними клапанами (Directional control valves) і циліндрами (Actuators).

3. Підготуйте будь-яку програму для знімків екрана, щоб робити скріншоти з підписами.

4. Додайте на схему джерело стисненого повітря (можна блок підготовки повітря FRL або «Compressed air source»).

5. Додайте **3/2-ходовий клапан** з поверненням пружиною (spring return) і ручним керуванням (кнопка/штовхач).

6. Додайте **пневмоциліндр односторонньої дії** (single-acting) із зворотною пружиною.

7. Зробіть з'єднання:

– подачу **P (порт 1)** джерела підключіть до **P (1)** клапана;
– вихід **A (порт 2)** клапана підключіть до циліндра;

– **R (порт 3)** клапана залиште на атмосферу (за бажанням поставте глушник/фільтр).

8. Увімкніть режим позначок і підпишіть елементи: «P – джерело», «3/2 – ручний, пружинний», «SA-циліндр (single-acting)».

9. Натисніть на виконавчий елемент клапана у друге положення (якщо є така функція імітації в редакторі) або словесно **опишіть послідовність**: при натисканні клапан з'єднує $P \rightarrow A$, поршень висувається; при відпусканні пружина повертає золотник, $A \rightarrow R$, поршень повертається пружиною.

10. Зробіть **скріншот схеми** й додайте короткі текстові підписи стрілками, як рухається повітря при натисканні та відпусканні.

11. На новій вкладці (або новій сторінці) додайте джерело повітря, **4/2-ходовий клапан** із пружинним поверненням або фіксацією та **пневмоциліндр двосторонньої дії (double-acting)**.

12. Виконайте з'єднання за **ISO-позначеннями портів**:

- **1 (P)** джерела $\rightarrow$ **1 (P)** клапана;
- **2 (A)** клапана $\rightarrow$ порт **A** циліндра;
- **4 (B)** клапана $\rightarrow$ порт **B** циліндра;
- **3 і 5 (R/Exh)** клапана залиште на атмосферу (за потреби додайте глушники).

13. Позначте на схемі: «4/2 – керування X/Y (ручне, пневмо- або соленоїдне)», «DA-циліндр (double-acting)», «P, A, B, R».

14. Опишіть словом або покажіть положення клапана: у першому положенні $P \rightarrow A$, $B \rightarrow R$ — поршень висувається; у другому положенні $P \rightarrow B$, $A \rightarrow R$ — поршень повертається **під тиском** (без пружини).

15. Зробіть **скріншот схеми** з підписами стрілками напрямків потоку для обох положень клапана.

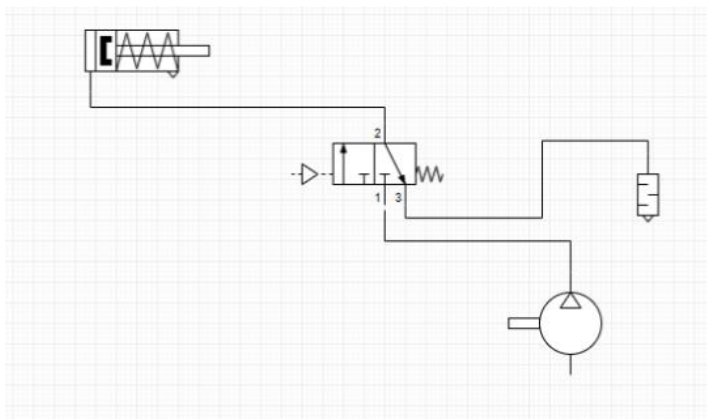


Рис.1 - Базова схема

16. Порівняйте:

- які відмінності у русі поршня?
- які переваги та недоліки кожного варіанту?

Звіт

- Дві схеми (односторонній та двосторонній циліндр).
- Коротке пояснення принципу роботи.
- Таблиця «Порівняння одностороннього та двостороннього циліндра» (мінімум 3 відмінності).
- у звіті студенти мають **намалювати стрілками напрямки руху повітря** для обох положень клапана.

Контрольні питання

1. Яка функція повертаючої пружини в односторонньому циліндрі?
2. Чому двосторонній циліндр вважається універсальнішим?
3. Які сфери застосування кожного типу?

Лабораторна робота №4

Тема: Дослідження впливу дроселювання на швидкість руху гідроциліндра

Ресурс: [E4Training Hydraulic Simulator](#)

Мета

Дослідити вплив дроселювання потоку на швидкість руху гідроциліндра та зрозуміти принципи регулювання витрати в гідросистемах.

Обладнання (онлайн)

- браузер, доступ до **E4Training – Hydraulic Circuit**

Simulation

Хід роботи

1. Відкрийте у браузері **E4Training Hydraulic Simulator**.
2. Ознайомтесь із панеллю елементів: насоси (pump), гідроциліндри (cylinders), дроселі (throttle valves), трубопроводи (lines).
3. Підготуйте програму для знімків екрана — будете робити скріншоти схем.
4. Створіть схему:
 - додайте **насос (pump)**,
 - додайте **гідроциліндр (hydraulic cylinder)**,
 - з'єднайте їх трубопроводами.
5. Запустіть симуляцію (**Run/Play**) і простежте рух штока циліндра.
6. Зафіксуйте орієнтовну швидкість його переміщення (можна записати час, за який циліндр проходить хід).
7. Зробіть **скріншот базової схеми**.
8. У цю ж схему додайте **дросель (throttle valve)** на лінію подачі від насоса до циліндра.

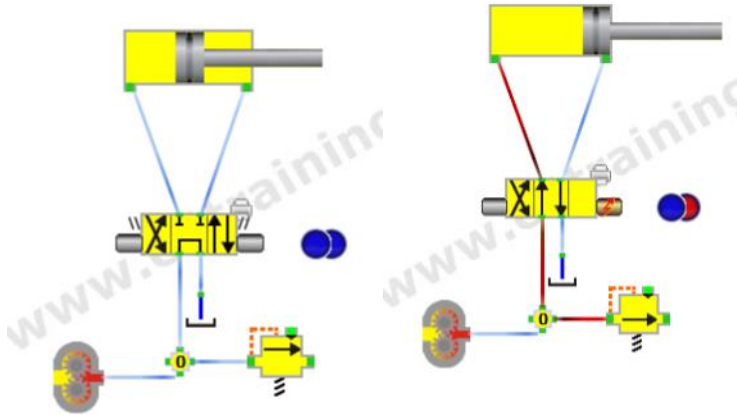


Рис.2 - Базова схема

9. Збережіть варіант схеми й зробіть скріншот.
10. Запустіть симуляцію:
 - зафіксуйте швидкість руху штока при повністю відкритому дроселі (100%),
 - змініть положення дроселя на **50% відкриття** та виміряйте швидкість,
 - змініть положення дроселя на **25% відкриття** та знову зафіксуйте швидкість.
11. Зробіть другий скріншот — схема з дроселем.
12. Таблиця результатів (Відкриття дроселя, % та Швидкість руху циліндра)
13. Побудуйте у Word чи Excel графік залежності:

по осі X – відкриття дроселя (%), по осі Y – швидкість руху циліндра.
14. Підпишіть осі та зробіть заголовок графіка.

Звіт

- Скріншот базової схеми без дроселя.
- Скріншот схеми з дроселем.
- Таблиця з результатами вимірювань.

- Графік залежності швидкості від положення дроселя.

Контрольні питання

1. Яким чином дроселювання впливає на витрату робочої рідини?
2. Чому при сильному дроселюванні може підвищуватися температура масла?
3. Де застосовуються дроселі у промислових гідросистемах?

Лабораторна робота №5

Тема: Дослідження керування пневмоциліндром за допомогою пневматичного клапана

Програма: PneumaSim

https://robolacytech.itch.io/pneumasim?utm_source

Мета

Ознайомитися з принципом пневматичного керування: як сигнал (увімкнення соленоїда) викликає перемикання пневматичного клапана, що забезпечує подачу стисненого повітря до циліндра й виконує робочий рух.

Обладнання (віртуальне)

- Джерело стисненого повітря (Air supply)
 - Пневматичний клапан 5/2 (solenoid valve)
 - Пневмоциліндр двосторонньої дії (double-acting cylinder)
 - Кнопка керування / перемикач (control switch)
 - Провідники (електричні з'єднання)
- (усі елементи доступні у меню *PneumaSim*)

Хід роботи

Створення базової схеми

1. Відкрити **PneumaSim** → **New Simulation**.
2. З лівого меню вибрати **Air supply** і встановити його зліва — це джерело повітря.
3. Додай **Solenoid Valve 5/2** —пневматичний клапан.

4. Додай **Double-Acting Cylinder** — циліндр двосторонньої дії.

5. З'єднати порти:

- вихід джерела повітря → вхід клапана (P),
- два робочих виходи клапана (A і B) → порти циліндра,
- атмосферні виходи (R1, R2) залишити відкритими.

Як додати кнопку для керування клапаном:

1. В лівому меню **Category** → **Valve**.

2. Прогортати список униз — знайти елемент під назвою: **“Push button”, “Manual valve”, або “3/2 valve – push button type”**

(зазвичай виглядає як маленький прямокутник з кружечком на одному боці).

3. Перетягнути його на поле — це буде **кнопка керування**.

4. З'єднати:

– **Вихід кнопки** (з протилежного боку від кола) — із входом твого **основного 5/2 клапана**.

– **Вхід кнопки (P)** — до джерела повітря (якщо його ще немає, додати **“Air supply”** з категорії *Source*).

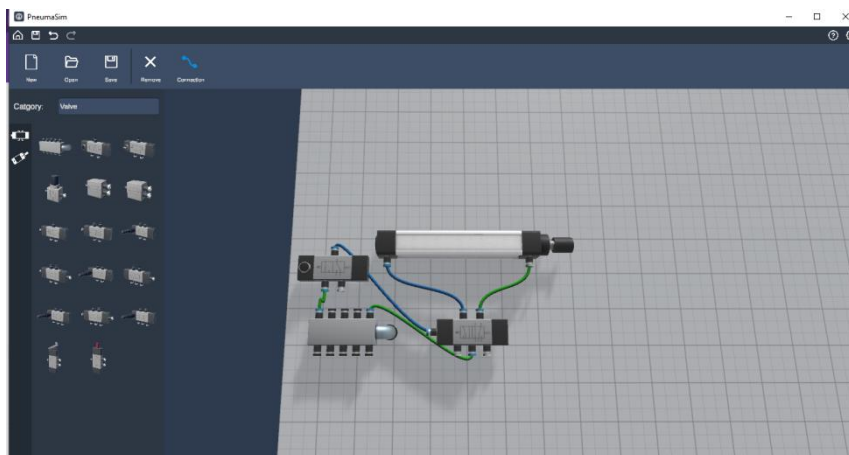


Рис.3 – Схема для виконання лабораторної роботи.

Звіт

1. Скриншот схеми у вихідному стані (котушка вимкнена, циліндр втягнутий).
2. Скриншот активованого стану (котушка ввімкнена, циліндр висунутий).
3. Таблиця спостережень:

Стан котушки	Потік повітря	Положення циліндра
Вимкнена (немає сигналу)	Вихід заблокований, повітря не подається	
Увімкнена (подано сигнал)	Повітря подається в камеру циліндра	
Вимкнена знову	Потік змінюється, камера розряджається	

Висновки (2–3 речення):

- Подання сигналу на котушку клапана перемикає напрям потоку.

– Це змінює роботу циліндра — шток висувається або втягується.

– Електричний сигнал у симуляції імітується натисканням на кнопку.

Контрольні питання

1. Для чого потрібен електромагніт у пневматичному клапані?

2. Що станеться, якщо котушку вимкнути?

3. Як у реальній системі здійснюється подання сигналу до котушки?

4. Які переваги електропневматичного керування перед механічним?

Лабораторна робота №6 Керування двома пневмоциліндрами в послідовності

Програма: *PneumaSim (Desktop або Online версія)*

Мета роботи

Ознайомитись із принципом побудови логічних схем пневмоавтоматики, засвоїти метод послідовного керування пневматичними виконавчими механізмами та навчитися проектувати систему, у якій рух другого циліндра починається лише після досягнення першим циліндром кінцевого положення.

Обладнання (онлайн)

– Комп'ютер з доступом до *PneumaSim*

– Два пневмоциліндри двосторонньої дії (*Double-Acting Cylinder*)

– Два 5/2-ходові клапани з пневматичним керуванням (*5/2 Directional Valve – Pneumatic Actuated, Spring Return*)

– Два кінцевих вимикачі (*End Stop / Limit Switch*)

– Джерело стисненого повітря (*Air Supply*)

– З'єднувальні трубопроводи

Хід роботи

1. Створення нової схеми

Запустіть програму *PneumaSim* і створіть новий проєкт.
Оберіть робочу панель для побудови схеми.

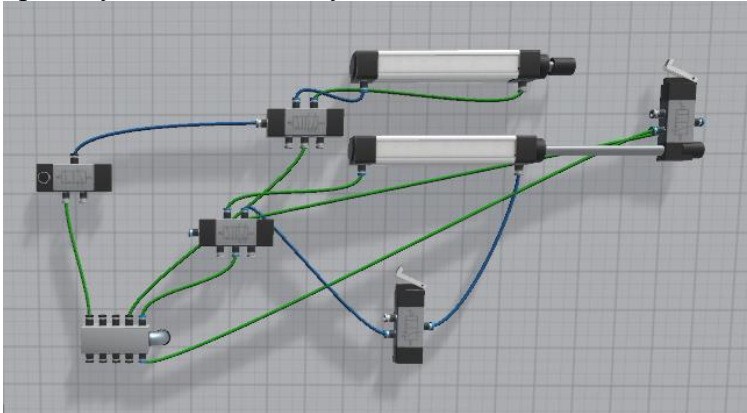


Рис.4 – Схема підключення

2. Додавання пневмоциліндрів

Із меню *Actuator* розмістіть два **Double-Acting Cylinder** – це будуть *Циліндр 1 (A)* і *Циліндр 2 (B)*.

Розмістіть їх горизонтально один над одним для зручності спостереження.

3. Додавання керуючих клапанів

Із меню *Valve* додайте два **5/2-ходові клапани** з пневматичним керуванням і пружинним поверненням.

- Перший клапан керує Циліндром А.
- Другий клапан керує Циліндром В.

4. Підключення циліндрів

- Порти **A** та **B** кожного клапана з'єднайте із відповідними входами пневмоциліндрів.
- Порт **P (Pressure)** підключіть до джерела повітря (*Air Supply*).
- Порти **R1, R2 (Exhaust)** залиште відкритими (вони автоматично виводять повітря).

5. Налаштування послідовності

- Додайте два **кінцевих вимикачі (End Stop)**.

– Розмістіть перший біля висунутого положення Циліндра А, другий — біля кінцевого положення Циліндра В.

– Під’єднайте керуючий вхід другого клапана (В) до виходу з вимикача, який спрацьовує при повному висуванні Циліндра А.

Таким чином, другий циліндр почне рухатися лише після завершення руху першого.

6. Підключення стартового сигналу

– Додайте 3/2-клапан з кнопковим керуванням (**Push Button**).

– З’єднайте його з керуючим входом клапана, який відповідає за Циліндр А.

– Подача стисненого повітря через цей клапан ініціює початок циклу.

7. Перевірка роботи схеми

– Натисніть кнопку запуску (або активуй клапан вручну).

– Спостерігайте за роботою:

– Спочатку висувається **Циліндр А**,

– при досягненні кінцевого положення спрацьовує датчик,

– потім починає рухатися **Циліндр В**.

– При відпусканні кнопки або спрацюванні пружин система повертається у вихідний стан.

У звіті подати:

1. Скріншот побудованої схеми у *PneumaSim*.

2. Таблицю послідовності роботи елементів:

Крок	Подія	Стан Циліндра А	Стан Циліндра В
1	Натискання кнопки	Висувається	Очікує
2	А досяг кінцевого положення	У висунутому стані	Починає рух
3	В досяг кінцевого положення	У висунутому стані	У висунутому стані

Крок	Подія	Стан Циліндра А	Стан Циліндра В
4	Відпускання кнопки	Втягується	Втягується

3. Коротке пояснення логіки послідовного керування.

Контрольні питання

1. У чому полягає принцип послідовного керування пневмоциліндрами?
2. Як можна реалізувати логічну операцію «І» у пневмосхемах?
3. Яку роль відіграють кінцеві вимикачі в пневмоавтоматичних системах?
4. Як зміниться робота схеми, якщо місця вимикачів А і В поміняти місцями?
5. Які переваги має пневматичне керування над електричним у виробничих процесах?

Лабораторна робота №7

Тема: Логічне керування послідовними операціями пневмоциліндрів

Мета роботи:

Ознайомитися з принципами побудови логічних схем пневмоавтоматики та засвоїти практичні навички створення систем керування послідовними рухами виконавчих елементів із використанням логічних клапанів типу **AND (I)**.

Обладнання та програмне забезпечення:

- Комп'ютер з установленою програмою **PneumaSim**;
- Моделі пневматичних елементів:
- два двосторонньодіючі пневмоциліндри (**Double-Acting Cylinder**);
- три клапани 5/2 з пневматичним керуванням;
- пневматичний логічний елемент **AND (I)**;
- кнопковий пусковий клапан (3/2, ручне керування);

- кінцеві вимикачі (End Stop).

Теоретичні відомості:

У пневмоавтоматичних системах послідовність спрацьовування виконавчих механізмів забезпечується за допомогою **логічних клапанів**.

Клапан **AND (І)** пропускає стиснене повітря на вихід лише тоді, коли **обидва входи** перебувають під тиском. Таким чином, у схемі керування два сигнали повинні **одночасно** бути активними, щоб відбулося перемикання наступного елемента.

Хід виконання роботи:

1. Створення схеми

1. Запустити **PneumaSim** і створити новий проєкт.
2. Розташувати на полі два **двосторонні пневмоциліндри** — верхній (Ц1) і нижній (Ц2).
3. Для кожного циліндра встановити **5/2 клапан** з пневматичним керуванням (один керуючий вхід, пружинне повернення).
4. Під'єднати подачу повітря (джерело стисненого повітря) до клапанів.
5. Додати **пусковий клапан (кнопку)** типу 3/2 з ручним керуванням.
6. Встановити два **кінцевики (End Stop)** — один для Ц1, другий для Ц2.
7. Додати **логічний елемент AND (І)**.

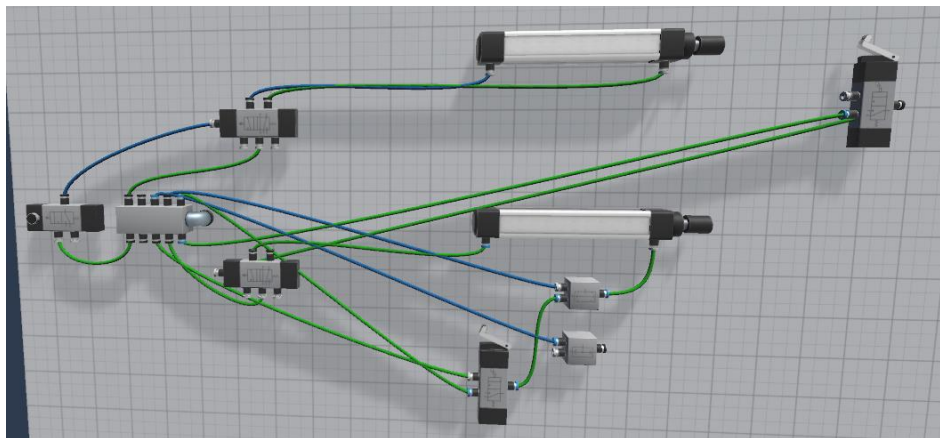


Рис.5 – Схема ефективної демонстрації «розумної пневмосистеми»

2. З'єднання елементів

1. З'єднати кнопку (3/2) з **керуючим входом** клапана першого циліндра (Ц1).
2. Підключити кінцевик Ц1 до **першого входу AND**.
3. Підключити вихід кнопки (3/2) до **другого входу AND**.
4. Вихід **AND** під'єднати до керуючого входу клапана другого циліндра (Ц2).
5. Кінцевики обох циліндрів підключити так, щоб вони відображали фактичне досягнення крайнього положення штока.
6. Переконалися, що всі лінії живлення (подачі повітря) та сигнальні з'єднання виконані правильно (зелені — керування, сині — живлення).

3. Принцип роботи схеми

- При натисканні кнопки повітря надходить до клапана першого циліндра.
- Циліндр Ц1 висуває шток і при досягненні крайнього положення натискає свій кінцевик.
- Кінцевик подає пневмосигнал у логічний елемент **AND**.

- Коли **кнопка натиснута і кінцевик спрацьований** — обидва входи AND активні, і сигнал подається на клапан другого циліндра.
- Циліндр Ц2 висувається.
- Після відпускання кнопки обидва клапани повертаються у вихідне положення, а циліндри — у вихідні позиції.

4. Таблиця істинності логічного елемента AND (І):

Вхід 1 (Кнопка)	Вхід 2 (Кінцевик)	Вихід (Сигнал до клапана Ц2)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

5. Контрольні запитання:

1. Яке призначення логічних елементів у пневмосхемах?
2. У яких випадках використовується логічний елемент AND (І)?
3. Як забезпечити послідовне спрацьовування двох пневмоциліндрів?
4. Чому важливо, щоб обидва сигнали одночасно надходили до логічного клапана?
5. Як зміниться поведінка схеми, якщо замість AND використати OR (АБО)?

Лабораторна робота №8

Тема: Дослідження електропневматичних систем керування виконавчими механізмами

Мета роботи Ознайомитися з принципами електропневматичного керування виконавчими механізмами,

дослідити взаємодію електричних сигналів керування та пневматичних виконавчих елементів, а також сформувати практичні навички аналізу електропневматичних схем автоматизації.

Обладнання (онлайн / програмне забезпечення)
Комп'ютер з доступом до мережі Інтернет; програмне середовище **PneumaSim**.

Короткі теоретичні відомості

Електропневматичні системи керування поєднують переваги електричних та пневматичних засобів автоматизації. Електрична частина таких систем використовується для формування та передавання керуючих сигналів, тоді як пневматична частина забезпечує виконання механічного руху за допомогою виконавчих механізмів.

Основним елементом електропневматичних систем є електромагнітний (соленоїдний) клапан, який під дією електричного сигналу змінює напрям потоку стисненого повітря та керує роботою пневмоциліндра.

Застосування електропневматичного керування дозволяє підвищити гнучкість, швидкодію та зручність інтеграції виконавчих механізмів у складні автоматизовані та робототехнічні системи.

Хід роботи

- Запустити програмне середовище PneumaSim та створити новий проєкт.

- Розмістити на робочому полі джерело стисненого повітря, пневмоциліндр двосторонньої дії та електромагнітний клапан типу 5/2.

- З'єднати пневматичні порти клапана з відповідними портами пневмоциліндра, а подачу стисненого повітря під'єднати до входу клапана.

- Додати елемент електричного керування (кнопку або перемикач) та з'єднати його з котушкою електромагнітного клапана.

- Запустити симуляцію та дослідити роботу системи у таких режимах: при відсутності електричного сигналу; при поданні електричного сигналу на котушку клапана; після зняття електричного сигналу.

- Зафіксувати зміни напрямку потоку стисненого повітря та положення штока пневмоциліндра для кожного режиму роботи.

- Зробити висновок щодо впливу електричного сигналу на роботу пневматичного виконавчого механізму.

Звіт

У звіті з лабораторної роботи повинні бути подані:

титульний аркуш;

мета роботи;

короткі теоретичні відомості;

скріншот електропневматичної схеми;

таблиця спостережень із зазначенням стану електричного сигналу, напрямку потоку повітря та положення штока циліндра;

аналіз результатів роботи;

висновки.

Контрольні питання

У чому полягає принцип електропневматичного керування?

Яку роль виконує електромагнітний клапан у системі автоматизації?

Чим електропневматичні системи відрізняються від чисто пневматичних?

Які переваги має використання електричних сигналів у системах керування?

Чому електропневматичні системи є перехідною ланкою до програмованих логічних контролерів?

Лабораторна робота №9

Тема: Комплексне дослідження роботи технічних засобів автоматизації в автоматизованій системі керування

Мета роботи Узагальнити та систематизувати знання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації», дослідити спільну роботу виконавчих механізмів, керуючих і логічних елементів у складі автоматизованої системи, а також сформувати цілісне уявлення про функціонування систем автоматизації як єдиного комплексу.

Обладнання (онлайн / програмне забезпечення)
Комп'ютер з доступом до мережі Інтернет; програмне середовище **PneumaSim**.

Короткі теоретичні відомості

Автоматизована система керування технологічним процесом являє собою сукупність технічних засобів автоматизації, що працюють узгоджено з метою реалізації заданого алгоритму керування. До складу такої системи входять виконавчі механізми, керуючі клапани, логічні елементи, засоби формування керуючих сигналів та джерела енергії.

Комплексне використання технічних засобів автоматизації дозволяє реалізувати послідовні та умовні алгоритми керування, забезпечити автоматичне виконання технологічних операцій і підвищити ефективність та надійність роботи систем. Узагальнення результатів дослідження окремих елементів є необхідним етапом для переходу до програмно-апаратних систем керування та робототехнічних комплексів.

Хід роботи

- Запустити програмне середовище PneumaSim та створити новий проєкт.

- Побудувати комплексну схему автоматизованої системи, яка включає: два пневмоциліндри двосторонньої дії; керуючі клапани типу 5/2; логічні елементи (AND або їх комбінації); елемент запуску системи (кнопку або перемикач); джерело стисненого повітря.

- Реалізувати алгоритм послідовного керування, за якого другий циліндр починає рух лише після завершення руху першого.

- Запустити симуляцію та дослідити роботу системи в динаміці, спостерігаючи за послідовністю спрацьовування виконавчих механізмів.

- Зафіксувати основні етапи роботи системи у вигляді таблиці послідовності або часової діаграми.

- Проаналізувати взаємодію керуючих, логічних та виконавчих елементів у складі автоматизованої системи.

- Сформулювати висновки щодо переваг комплексного підходу до побудови систем автоматизації.

Звіт

У звіті з лабораторної роботи повинні бути подані:

- титульний аркуш;
- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- скріншот комплексної схеми автоматизованої системи;
- таблиця послідовності роботи елементів;
- аналіз результатів роботи;
- висновки.

Контрольні питання

Що розуміють під автоматизованою системою керування технологічним процесом?

Яку роль відіграють логічні елементи у комплексних системах автоматизації?

Як забезпечується узгоджена робота кількох виконавчих механізмів?

У чому полягає перевага комплексного використання технічних засобів автоматизації?

Чому вивчення комплексних систем є необхідним етапом підготовки до робототехніки та програмованих логічних контролерів?

Літературні джерела

1. Bolton W. Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering. – 7th ed. – Harlow : Pearson Education, 2021. – 728 p.
2. Bishop R. H. The Mechatronics Handbook. – 2nd ed. – Boca Raton : CRC Press, 2018. – 1384 p.
3. Alciatore D., Hstand M. Introduction to Mechatronics and Measurement Systems. – 5th ed. – New York : McGraw-Hill Education, 2019. – 640 p.
4. Parr A. Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide. – 3rd ed. – Oxford : Butterworth-Heinemann, 2019. – 336 p.
5. Majumdar S. R. Oil Hydraulic Systems: Principles and Maintenance. – New Delhi : Tata McGraw-Hill Education, 2018. – 352 p.
6. Esposito A. Fluid Power with Applications. – 9th ed. – Boston : Pearson, 2020. – 704 p.
7. Dally J. W., Riley W. F., McConnell K. G. Instrumentation for Engineering Measurements. – 3rd ed. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2019. – 512 p.
8. Petruzella F. D. Programmable Logic Controllers. – 5th ed. – New York : McGraw-Hill Education, 2017. – 448 p.
9. IEC 61131-3:2013. Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages. – Geneva : International Electrotechnical Commission, 2013.
10. ISO 1219-1:2012. Fluid power systems and components – Graphical symbols and circuit diagrams – Part 1. – Geneva : International Organization for Standardization, 2012.
11. ISO 4414:2010. Pneumatic fluid power – General rules and safety requirements for systems and their components. – Geneva : International Organization for Standardization, 2010.

12. ISO 4413:2010. Hydraulic fluid power – General rules and safety requirements for systems and their components. – Geneva : International Organization for Standardization, 2010.
13. SMC Corporation. Pneumatic Systems and Components – Technical Guide. – Tokyo : SMC Corporation, 2020. – Available at: <https://www.smcworld.com> (accessed: 05.01.2025).
14. Festo Didactic. Fundamentals of Pneumatics. – Esslingen : Festo Didactic SE, 2018. – Available at: <https://www.festo-didactic.com> (accessed: 12.01.2025).
15. Bosch Rexroth AG. Industrial Hydraulics: Basic Principles and Components. – Lohr am Main : Bosch Rexroth AG, 2019. – Available at: <https://www.boschrexroth.com> (accessed: 05.02.2025).
16. Craig J. J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. – 4th ed. – Harlow : Pearson Education, 2018. – 640 p.
17. Groover M. P. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. – 4th ed. – Harlow : Pearson Education, 2016. – 816 p.
18. National Instruments. Introduction to Industrial Automation. – Austin : National Instruments, 2020. – Available at: <https://www.ni.com> (accessed: 24.02.2025).

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«Сучасні методи теорії управління»

Для здобувачів вищої освіти спеціальності G7 –

*«Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка»*

*усіх форм навчання
(електронне видання)*

Укладачі СОНІКОВА Тетяна Геннадіївна,
АСМАНКІНА Анастасія Анатоліївна

Оригінал-макет Асманкіна А.А.

Підписано до друку _____

Формат 60x84¹/₁₆. Папір типограф. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. №. Облік. вид. арк.

Тираж ____ екз. Вид. № _____. Замов. № _____. Ціна
договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного
університету
імені Володимира Даля

Адреса видавництва: вул. Іоанна Павла II, 17
Тел.+38(050)218 04 78, факс (06452) 4 03 42
e-mail: vidavnictvoSNU.ua@gmail.com