# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
# «СЕРВОПРИВОДИ»

| | |
|---|---|
| **Ступінь освіти** | бакалавр |
| **Спеціальність** | 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка |
| **Освітня програма** | Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка |
| **Тривалість викладання** | весняний семестр (15 чверть) |
| **Кількість кредитів** | 8 кредитів ЄКТС (240 годин) |
| **Заняття:** | |
| лекції: | 4 години |
| лабораторні: | 2 години |
| **Мова викладання** | українська |

**Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»:** https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=4334
**Кафедра, що викладає** Електропривода (ЕП)

**Викладач:**

**Худолій Сергій Сергійович**
Доцент, кандидат технічних наук,
професор кафедри ЕП

**Персональна сторінка:**
https://elprivod.nmu.org.ua/ua/department/hudoley.php

**E-mail:**
khudolii.s.s@nmu.one

## 1. Анотація до курсу

Курс з вивчення сервоприводу є складовою частиною для інших курсів таких як мехатроніка та робототехніка, системи керування рухом, автоматизація технологічних процесів тощо. Сервоприводи використовуються для точного позиціювання виконавчих механізмів в автоматизованих системах керування технологічними процесами. Крім робототехнічних та мехатронних комплексів, сервоприводи використовуються в верстатах з ЧПУ, пакувальній та поліграфічній техніці, у звичайних та 3Д принтерах, системах дозування та позиціювання.

Саме тому у курсі розглядаються різні типи механізмів у яких використовуються сервоприводи, проводиться аналіз різних типів сервоприводу, визначаються переваги та недоліки, а також особливості використання сервоприводів.

Курс передбачає аналіз та дослідження режимів роботи серводвигунів різних типів, з урахуванням механічних параметрів механізмів. Розглядаються давачі положення та їх протоколи обміну даними, як головні параметри для забезпечення точного позиціювання. Вивчаються методики розрахунку параметрів для правильного вибору типу сервопривода.

Шляхом експериментальної перевірки на лабораторних роботах досліджуються теоретичні основи роботи та керування сервоприводами різних типів.

Структура курсу направлена на виконання реальних задач фахівця з електромеханіки: зрозуміти задачу позиціювання технологічного об'єкту, виконати правильні розрахунки параметрів сервоприводу, обрати необхідний тип сервоприводу та окремих компонентів, врахувати фактори, що впливають на якість керування сервоприводом, успішно підключити та налагодити електромеханічну систему з використанням сервоприводу.

## 2. Мета та завдання курсу

**Мета дисципліни** – формування у здобувачів вищої освіти компетентностей щодо структури, принципу дії та призначення компонентів сервоприводу, оволодіння принципами налагодження та програмування сервоприводами різних типів..

**Завдання курсу:**

- ознайомити здобувачів вищої освіти з структурою та компонентами сервопривода;
- навчити розрізняти типи сервоприводу, оцінювати переваги та недоліки, розуміти області застосування сервоприводу різних типів;
- вивчити принцип дії та призначення компонентів сервоприводу;
- навчити розраховувати основні параметри сервоприводу;
- вивчити принципи вибору компонентів сервоприводу у відповідності до поставлених технологічних задач;
- навчити складати схеми підключення сервоприводу та окремих компонентів;
- навчити алгоритму налагодження сервоприводу;
- вивчити принципи програмування сервоприводу.

## 3. Результати навчання:

Дисциплінарні результати навчання:

- здійснювати вибір структури та компонентів сервоприводів (сервоінверторів, серводвигунів, давачів тощо);
- розрізняти переваги та недоліки різних приводів, керованих за положенням (постійного та змінного струму, крокових, лінійних) та області їх застосування;
- розуміти принцип дії та призначення компонентів сервопроводу;
- розуміти схеми підключень сервоприводу та вміти здійснювати підключення компонентів сервоприводу;
- розуміти алгоритми налагодження сервоприводу та вміти настроювати сервоприводи.

## 4. Структура курсу

### ЛЕКЦІЇ

**СЕРВОПРИВОД – ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Серводвигуни постійного струму. Високомоментні двигуни постійного струму (особливості конструкції та характеристики).

Серводвигуни змінного струму. З синусоїдальним та прямокутним струмом статора (безконтактні або безщіткові двигуни постійного струму, принцип дії).

Порівняння серводвигунів.

Крокові двигуни (КД). Різновиди (магнітоелектричні, реактивні та гібридні, уніполярні та біполярні). Конструкція та принцип дії. Характеристики. Керування КД (несиметричне керування, мікрокроковий режим).

Моментні двигуни. Лінійні двигуни. Двигуни для мікро переміщень (магнітостриктори, пьєзодвигуни).

**МЕХАНІЧНІ СКЛАДОВІ СЕРВОПРИВОДА**

Особливості конструкції серводвигунів (охолодження, тип валу). Редуктори для сервоприводів. Перетворювачі обертового руху на поступальний (кулько-гвинтова передача,

передача «колесо-рейка»). Електроциліндри та актуатори. Лінійні осі. Приведення до валу двигуна мас, швидкостей та моментів для типових передач. Розрахунок моментів інерції рухомих об'єктів.

**ДАВАЧІ ПОЛОЖЕННЯ**

Інкрементальні та абсолютні давачі. Резольвери (синус-косинусні обертові трансформатори). Аналогові давачі. Обертові та лінійні давачі. Протоколи давачів положення (SSI, EnDat, Sincos, SincosHiperface тощо).

**СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СЕРВОПРИВОДАМИ. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ СЕРВОПРИВОДОМ**

Структурна (функціональна схема). Вплив співвідношення моментів інерції механізму та двигуна на динаміку роботи.

Якість регулювання. Фільтри в каналах регулювання. Налагоджувані параметри. Керування гальмівним пристроєм.

**ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ**

Дослідження роботи сервоприводів Micro Servo 9g SG90 з системою керування на базі Arduino.

Паралельна робота сервоприводів Micro Servo 9g SG90 з системою керування на базі Arduino.

Дослідження роботи сервоприводів з редуктором MG996R з системою керування на базі Arduino.

Паралельна робота сервоприводів з редуктором MG996R з системою керування на базі Arduino.

Дослідження роботи крокових двигунів STEP MOTOR 28BYJ-48 з системою керування на базі Arduino.

Дослідження можливостей серводвигунів та крокових двигунів.

Знайомство з програмним забезпеченням для програмування сервоприводів DELTA.

Керування кроковими двигунами за допомогою лабораторного стенду ві-ртуальної лабораторії Ройтлінгенського університету. (https://vvl.reutlingen-university.de/homepage/de/index.html#demos/stepperMotor/main).

## 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Технічні засоби навчання. Дистанційна платформа MOODLE. Корпоративна платформа Microsoft Teams.

Під час виконання лабораторних робіт використовуються пакети Arduino Soft, ASDA_SOFT.

## 6. Система оцінювання та вимоги

**6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти** за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

| Рейтингова шкала | Інституційна шкала |
|---|---|
| 90 – 100 | відмінно |
| 74 – 89 | добре |
| 60 – 73 | задовільно |
| 0 – 59 | незадовільно |

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 6-го кваліфікаційного рівня НРК.

**6.2.** Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни **на підставі поточного оцінювання** знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування з теоретичної частини та лабораторних робіт складатиме не менше 60 балів.

**Лабораторні роботи** приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи. Кожна із 8 робіт оцінюється по 100-бальній шкалі (тобто максимальна сума балів за лабораторні роботи складає 800 балів*0,1 = **80 балів**).

**Теоретична частина** оцінюється за результатами здачі наприкінці кожної чверті двох контрольних тестових завдань, кожне з яких містить 25 запитань. За правильну відповідь на одне запитання студент отримує 2 бали (тобто максимальна оцінка за теоретичну частину – **100 балів**).

**Підсумкова оцінка за курс** (за 100-бальною шкалою):

$$\text{ПО} = \frac{\frac{100}{80}\text{СБ}_{\text{лр}} \cdot 2 + \text{СБ}_{\text{т}} \cdot 4}{2 + 4},$$

де $\text{СБ}_{\text{лр}}$ – сума балів за здачу лабораторних робіт; $\text{СБ}_{\text{т}}$ – сума балів за теоретичну частину; 80 – максимальна сума балів за лабораторні роботи; 100 – максимальна кількість балів за теоретичну частину; 2 – кількість годин на тиждень лабораторних робіт; 4 – кількість годин на тиждень лекцій.

**6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи.** У випадку якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку проводиться підсумкове оцінювання (залік) під час контрольних заходів.

**Залік** проводиться у вигляді комплексної контрольної роботи, яка включає запитання з теоретичної та лабораторної частини курсу. Білет складається з 60 тестових завдань з чотирма варіантами відповідей, одна правильна відповідь оцінюється в 1 бал (разом 60 балів), 10 тестових завдань з лабораторної частини, кожне з запитань оцінюється максимум у 4 бали (разом 40 балів), причому:

- 4 бали – відповідність еталону;
- 3 бали – відповідність еталону з незначними помилками;
- 2 бали – часткова відповідність еталону, питання повністю не розкрите;
- 1 бал – невідповідність еталону, але відповідність темі запитання;
- 0 балів – відповідь не наведена або не відноситься до теми запитання.

Отримані бали за відкриті та закриті тести додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за підсумковою роботою здобувач вищої освіти може набрати 100 балів.

## 7. Політика курсу

**7.1. Політика щодо академічної доброчесності.** Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

**7.2.Комунікаційна політика.** Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту. Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

**7.3. Політика щодо перескладання.** Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

**7.4. Політика щодо оскарження оцінювання.** Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

**7.5. Відвідування занять.** Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

## 8. Рекомендовані джерела інформації

### Основні:


1. Stepping Motors a guide to theory and practice. 4th edition. Published by the Institution of Engineering and Technology. London. 2007/ ISBN 978-0-85296-417-0.
2. Drives and Control for Industrial Automation. Tan Kok Kiong, Andi Sudjana Putra. Springer-Verlag London Limited 2011. ISSN 1430-9491 ISBN 978-1-84882-424-9DOI 10.1007/978-1-84882-425-6
3. DC Servos Application and Design with Mathlab. Stephen M. Tobin. © 2011 by Taylor and Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business International Standard Book Number-13: 978-1-4200-8005-6 (Ebook-PDF)
4. Hesse, S. und Schnell, G.: Sensoren fьr die Prozess- und Fabrikautomation. ViewegVerlag, Vieweg, 2004


### Додаткові:


1. Bolton, W.: Mechatronics, Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering. Pearson, Prentice Hall, 3. edition, 2003
2. Nakamura, M., Goto, S. und Kyura, N.: Mechatronic Servo Control System Control. Springer-Verlag, New York Berlin Heidelberg u.a., 2004


### Інформаційні ресурси:

1. Сторінка з вікіпедії сервопривод: https://en.wikipedia.org/wiki/Servo_drive
2. Сторінка з вікіпедії сервомотори: https://en.wikipedia.org/wiki/Servomotor
3. Технічні інформація про серводвигун: https://realpars.com/servo-motor/
4. Технічні інформація для керування сервоприводом: https://realpars.com/servo-motors-advantages/
5. Технічні інформація крокового двигуна: https://realpars.com/stepper-motors-advantages/
6. Технічні інформація плати керування сервоприводом: https://www.teachmemicro.com/arduino-servo-motor-tutorial/
7. Технічні інформація плати керування на базі мікроконтроллера ATmega2560**:** https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Mega2560
8. Сайт компанії DELTA: https://www.deltaww.com/en-US/products/Servo-Systems-AC-Servo-Motors-and-Drives/23
9. Сайт кафедри електропривода: https://elprivod.nmu.org.ua/ua/student/disciplines/servo.php