

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ ЗАГАЛЬНОПРОМИСЛОВИХ**  
**УСТАНОВОК»**



<b>Ступінь освіти</b>	<u>магістр</u>
<b>Спеціальність</b>	<u>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u>
<b>Освітня програма</b>	<u>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u>
<b>Тривалість викладання</b>	<u>весняний семестр (4 чверть)</u>
<b>Кількість кредитів</b>	<u>4 кредити ЄКТС (120 годин)</u>
<b>Заняття:</b>	<u>Весняний семестр</u>
лекції :	<u>2 години</u>
лабораторні:	<u>2 години</u>
практичні:	<u>1 година</u>
<b>Мова викладання</b>	<u>українська</u>

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=1924>  
Кафедра, що викладає: Електропривода

**Викладач:**

**Боровик Роман Олексійович**  
старший викладач кафедри електропривода

**Персональна сторінка:**

<https://elprivod.nmu.org.ua/ua/department/borovik.php>

**E-mail:** [borovyk.r.o@nmu.one](mailto:borovyk.r.o@nmu.one)



## 1. Анотація до курсу

Предметом курсу є вивчення різноманітних вентильних перетворювачів, їх можливостей та функцій, які використовуються для живлення і регулювання параметрів електромеханічних систем загальнопромислових механізмів. Оскільки в промисловості дуже багато механізмів, які рухаються завдяки електриці, деякі частини цього величезного обсягу можна згрупувати за характером виконуваних дій, області застосування, типом привода, характеристиками навантаження тощо. Розглядаючи ці групи, виокремлюються типові задачі для електропривода, такі як: регулювання електричних і технологічних параметрів; забезпечення стійкості при зміні навантаження чи, просто, забезпечення надійного та безпечного запуску як для електродвигуна, так і для механізму.

Бурхливий розвиток силової і мікроелектроніки являє собою одну з величезних передумов найширшого впровадження «розумної» перетворювальної техніки, оскільки це дозволяє гнучко і енергоефективно керувати електроприводами, автоматизувати виробництво, застосовувати хмарні технології до промислового обладнання.

Даний курс присвячений вивченню електромеханічних систем загальнопромислових механізмів що живляться від вентильних перетворювачів, їх будову, функції, способи керування та особливості застосування. Практична частина спрямована на вивчення як загальних функцій перетворювачів, так і прикладних, для налагодження під різні технологічні задачі.

## 2. Мета та завдання курсу

**Мета дисципліни** – формування компетентностей щодо принципів роботи, специфіки функціонування та області застосування вентильних перетворювачів для керування електромеханічними системами загальнопромислових механізмів; розрахунків параметрів та налагодження сучасних перетворювачів енергії зважаючи на особливості механізмів.

### **Завдання курсу:**

- ознайомити здобувачів вищої освіти з класифікацією, призначенням, загальною будовою основних різновидів силових схем вентильних перетворювачів та їх елементною базою;
- вивчити схеми, основні принципи і методи керування тиристорними регуляторами напруги статора АД;

- розглянути режими роботи, області застосування ТРН та ознайомитись з пристроями, що серійно випускаються;
- вивчити схеми, основні принципи і методи керування тиристорними регуляторами струму ротора АД;
- розглянути способи і можливості комбінованого керування АД з фазним ротором;
- ознайомитись з принципами, способами та основними різновидами схем каскадних електроприводів, розрахунком параметрів і показників;
- ознайомитись з класифікацією синхронного електропривода, способами керування, основними законами регулювання збудження;
- розглянути серійні збудники СД, їх схеми та функціональні можливості.

### **3. Результати навчання:**

Дисциплінарні результати навчання:

- Вміти класифікувати загальнопромислові механізми в залежності від різних критеріїв;
- Знати схеми побудови ТРН статора АД та розуміти принципи керування ними для досягнення бажаних технологічних та енергетичних показників;
- Знати схеми побудови ТРС ротора АД та розуміти принципи керування ними для досягнення бажаних технологічних та енергетичних показників;
- Розуміти принципи побудови комбінованого керування АД;
- Знати основні принципи каскадного керування АД з фазним ротором;
- Знати основні способи керування СД для різних промислових механізмів, принципи побудови і схеми тиристорних збудників СД;
- Знати принципи налагодження вентильних перетворювачів для різних технологічних задач; вміти читати електричні схеми, аналізувати роботу обладнання.

### **4. Структура курсу**

#### **ЛЕКЦІЇ**

Вступ

Класифікація ЗПМ

Шляхи енергозбереження в ЕП

1. Асинхронні електроприводи з тиристорними регуляторами напруги (ТРН)
  - 1.1. Основний принцип і методи параметричного керування АД
  - 1.2. Тиристорні регулятори напруги (ТРН) з фазовим керуванням
  - 1.3. Робота ТРН на однофазне навантаження при фазовому керуванні
  - 1.4. Робота ТРН на трифазне навантаження при фазовому керуванні
  - 1.5. Реалізація за допомоги ТРН динамічного гальмування АД
  - 1.6. Регулювання швидкості АД при фазовому керуванні ТРН
  - 1.7. Системи фазового керування тиристорами ТРН
  - 1.8. Основні режими, що реалізуються ТРН
  - 1.9. Плавний пуск і гальмування АД
  - 1.10. Імпульсне керування швидкістю АД за допомогою ТРН
  - 1.11. Квазічастотне керування швидкістю АД за допомогою ТРН
  - 1.12. Области застосування ТРН статора АД
  - 1.13. Серійні тиристорні станції керування
  - 1.14. Сучасні пристрої плавного пуску
2. Тиристорні регулятори струму (ТРС) ротора АД
  - 2.1. Принципи роботи та схеми ТРС ротора АД при фазовому керуванні
  - 2.2. Принципи роботи та схеми ТРС ротора АД при імпульсному керуванні
  - 2.3. Схеми з імпульсним керуванням струмом ротору, будь-якій точці 1 квадранту
  - 2.4. Системи керування ТРС ротора АД
  - 2.5. Переваги застосування керування струму ротора АД
3. Комбіноване керування АД з фазним ротором
4. Каскадні схеми електроприводів
  - 4.1. Вентильно-машинні каскади
  - 4.2. Розрахунок потужності та вибір допоміжних машин каскадів
  - 4.3. Каскадні схеми з керованими випрямлячами в колі ротора АД
  - 4.4. Асинхронно-вентильний каскад (АВК)
  - 4.5. Схеми автоматичного регулювання швидкості АВК
5. Синхронний електропривод
  - 5.1. Синхронний електропривод, як об'єкт керування
  - 5.2. Класифікація СП
  - 5.3. Вимоги до систем керування СП
  - 5.4. Основні закони автоматичного регулювання збудження СП
  - 5.5. Комплектні тиристорні збудники

## ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

1. Замкнена система керування на основі перетворювача частоти. Прикладні функції ПЧ.
2. Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором
  - 2.1. Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Насосна установка.
  - 2.2. Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Компресорна установка.
  - 2.3. Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Вентиляторна установка з нагрівачем.
3. Каскадний пуск групового приводу.
4. Читання схем типових промислових механізмів.
5. Індивідуальне завдання.

## ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

1. Розрахунок статичних та динамічних навантажень ПТС. Визначення необхідної потужності привідного двигуна.
2. Визначення потужності відцентрових турбомеханізмів. Розрахунок Q-H характеристик та статичного моменту.
3. Визначення потужності поршневих турбомеханізмів. Індикаторна діаграма роботи.

### 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
ВЕР-1	Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Насосна установка	Перетворювач частоти Відцентровий насос Датчик тиску Персональний комп'ютер ПО SoMove
ВЕР-2	Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Компресорна установка	Перетворювач частоти Компресор Датчик тиску Персональний комп'ютер ПО SoMove

ВЕР-3	Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системі електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Вентиляторна установка з нагрівачем	Перетворювач частоти Відцентровий вентилятор Датчик температури Нагрівальна установка Персональний комп'ютер ПО SoMove
ВЕР-4	Каскадний пуск групового приводу	Асинхронний двигун — 2 шт Стенд з наборним полем — 2 шт Пристрій плавного пуску ПО SoMove

Використовуються лабораторне та мультимедійне обладнання кафедри електропривода, презентації і відеолекції; SoMove, MS Office 365; платформа дистанційної освіти Moodle.

## 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 7-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, виконання і захисту лабораторних робіт, та виконання практичних робіт складатиме не менше 60 балів.

**Теоретична частина** оцінюється за результатами здачі тестових завдань, які розміщені на сторінці курсу <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=1924>, всі рекомендації та обмеження щодо часу проходження, терміну доступності і кількості спроб вказані в описі до кожного тесту. Максимальна оцінка за кожний тест — 100 балів, для визначення підсумкової оцінки розраховується середня оцінка за всі тести.

**Лабораторні роботи** приймаються за вимогами, що наведені в методичних вказівках. По-перше, оцінюється працездатність схеми і

відповідність завданню. По-друге, ступінь розуміння виконаної роботи оцінюється відповідями на контрольні запитання до кожної з робіт. Максимальна оцінка за кожну роботу — 100 балів, для визначення підсумкової оцінки розраховується середня оцінка за всі роботи.

**Практична частина** оцінюється за результатами розв'язання задач. Здобувач отримує випадковий варіант задачі за бажаною (з трьох) темою на окремому аркуші, він має розв'язати її протягом однієї академічної години навівши розв'язок (розрахунки, графіки та рисунки) на цьому ж аркуші. При розв'язанні задач можна користуватись методичними вказівками до практичних занять і калькулятором. Максимальна оцінка за кожну задачу — 100 балів, кожна наступна спроба розв'язання задачі за однією темою призводить до зменшення максимальної оцінки на 10 балів порівняно з попередньою. Критерії оцінювання наведені в методичних вказівках до практичних занять.

Для визначення підсумкової оцінки розраховується середня оцінка зі всіх розв'язаних задач.

6.4. Підсумкова оцінка за курс (за 100-бальною шкалою):

$$ПО = \frac{СБ_т \cdot 2 + СБ_{лр} \cdot 2 + СБ_{пр} \cdot 1}{5},$$

де  $СО_{лр}$  – середня оцінка за задачу лабораторних робіт;  $СБ_т$  – середня оцінка за теоретичну частину;  $СБ_{пр}$  – середня оцінка за практичну частину; 2, 2, 1 – кількість годин на тиждень відповідних занять.

6.5. Здобувачі вищої освіти можуть отримати підсумкову оцінку з дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування з теоретичної частини, лабораторних робіт та практичних занять складатиме не менше 60 балів. У випадку якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав 60 балів та більше, але прагне поліпшити оцінку проводиться підсумкове оцінювання (диференційний залік) під час сесії. Якщо здобувач не здав хоча б одне завданні (тест, лабораторна робота, задача), або отримав оцінку менше 60 балів, він отримує незадовільну підсумкову оцінку з дисципліни.

Диференційний залік проводиться письмово у вигляді комплексної контрольної роботи, яка включає питання з теоретичної та практичної частини курсу.

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](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.

## 7.6. Бонуси.

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни «Геологія». За участь в анкетуванні та/або в науковій роботі, конференціях здобувач вищої освіти отримує 5 балів.

## **8 Рекомендовані джерела інформації**

### Базові:

1. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Електро-механічні системи загальнопромислових установок» для студентів спеціальності 141 «Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка» / Бородай В.А., Боровик Р.О.; НТУ «Дніпровська політехніка». Д.: НТУ «ДП», 2022. 39 с.

2. Автономні перетворювачі та перетворювачі частоти: Навчальний посібник / М.М. Казачковський. – Дніпропетровськ: НГА України, 2000. – 196 с.