



# Електропривод

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія<sup>1</sup></i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>Пн. 8:30-12:20</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Торопов Антон Валерійович, тел. 066-736-54-53, email: toropovtosha@ukr.net<sup>2</sup> Практичні / Семінарські: к.т.н., доцент, Торопов Антон Валерійович, тел. 066-736-54-53, email: toropovtosha@ukr.net асистент, Торопова Лілія Володимирівна, тел. 050-633-76-20, email: liliaya@ukr.net</i>
Розміщення курсу	

<sup>1</sup> В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

<sup>2</sup> Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

## 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Ця дисципліна є продовженням знайомства студентів з електричними машинами і теорією автоматичного управління, а також складними системами керування електромеханічними системами. Вивчаються принципи розширеного керування електричними машинами постійного і змінного струму, вказані шляхи підвищення якості стабілізації швидкості, моменту і положення валу двигуна.

**Метою вивчення дисципліни можна зазначити формування у студентів теоретичних знань з принципів керування електричними машинами.**

Предметом навчальної дисципліни є принципи керування електричними машинами.

Результатом вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- застосовувати прості і складні системи керування швидкістю машин постійного і змінного струму із використанням напівпровідникових перетворювачів;
- вибирати необхідну систему електроприводу постійного чи змінного струму для вирішення певних технологічних задач.
- роботи з електричними системами регулювання швидкості різних типів двигунів та налаштування цих систем;
- роботи з сучасними напівпровідниковими пристроями керування асинхронними і синхронними двигунів.

**Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Навчальна дисципліна «Електропривод» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як "Електричні машини", «Теорія автоматичного управління», «Основи електромехатроніки» та ін..

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Електропривод», є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які вирішують інженерні завдання у сфері автоматизації електротехніки та електромеханіки.

## 2. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Електропривод» складається з 4 розділів:

### - Розділ 1. Складні системи електроприводу .:

Тема 1.1. Система електроприводу Г-Д.

Тема 1.2. Система електроприводу ТП-Д.

Тема 1.3. Система електроприводу ТРП-Д.

Тема 1.4. Система електроприводу ПЧ-АД.

### - Розділ 2. Системи електроприводу синхронних двигунів малих потужностей:

Тема 2.1. Кроковий електропривод.

Тема 2.2. Вентильний електропривод.

- **Розділ 3. Системи керування складними системи електроприводу.**

Тема 3.1. Схеми керування складними системами електроприводу.

Тема 3.2. Налагодження регуляторів для схеми підпорядкованого керування.

- **Розділ 4. Робочі режими електроприводів.**

Тема 4.1. Теплові режими роботи електродвигунів.

Тема 4.2. Робота електроприводів при векторному керуванні.

### 3. Навчальні матеріали та ресурси

#### Базова література:

1. Ключев В. И. Теория электропривода: Учеб. для вузов.— 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 2001 - — 704 с: ил.
2. Терехов В. М., Осипов О. И. Системы управления электроприводов. - М.: Академия, 2005. - 300 с.
3. Електромеханічні системи автоматизації та електропривод. Теорія і практика/ За ред. М.Г.Поповича, В.В.Кострицького. – К.: КНУТД. – 2008. – 408 с.
4. Москаленко В.В Автоматизований електропривод. – М.: Єнергоиздат, 1986 – 416 с.
5. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. 6-е изд. – М.:Єнергия, 1977. – 432 с.
6. Электротехнический справочник Т.3. Кн.2. Использование электрической энергии / Под общ. ред. В.Г.Герасимова и др. – М.:Энергоиздат, 1982. – 432с.
7. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А.Елесева и А.В.Шинявского. –М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.

#### Допоміжна література:

8. Справочник по электромашинам: В 2 т. / Под ред. И.П.Копирова, Б.К.Клокова. –М Энергоатомиздат, 1988.
9. Электрическая часть станций и подстанций / Под ред. Б.Н.Неклепаева. – Энергоатомиздат, 1989.

#### Інформаційні ресурси

<http://uk.wikipedia.org> – Веб-сайт відомої у світі електронної енциклопедії

<http://www.electroprivod.kpi.ua>– Освітній веб-сайт з електромеханічних систем

### Навчальний контент

#### 4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Тиждень	Зміст навчальної роботи	Рекомендований час СРС
1	<b>Лекція 1.</b> Основи роботи системи електроприводу Г-Д.	2
	<b>Практичне заняття 1.</b> Розрахунок приводу транспортного пристрою.	2
2	<b>Лекція 2.</b> Регулювання швидкості в системі Г-Д.	2
	<b>Ввідне заняття з лабораторних робіт, інструктаж з техніки безпеки</b>	2

3	<b>Лекція 3.</b> Система електроприводу ТП-Д. <b>Практичне заняття 2.</b> Розрахунок приводу підйомного пристрою.	2
4	<b>Лекція 4.</b> Характеристики ТП-Д. <b>Лабораторна робота 1.</b> Дослідження статичних характеристик системи нереверсивний транзисторний перетворювач напруги – двигун постійного струму.	2 4
5	<b>Лекція 5.</b> Система електроприводу ТРП-Д. <b>Практичне заняття 3.</b> Розрахунок приводу обертового столу.	2 2
6	<b>Лекція 6.</b> Система електроприводу ПЧ-АД. <b>Лабораторна робота 2.</b> Експериментальні дослідження системи регульованого електроприводу за системою «Перетворювач частоти – асинхронний двигун».	2 4
7	<b>Лекція 7.</b> Сучасні системи електроприводу ПЧ-АД. <b>Практичне заняття 4.</b> Розрахунок ланцюгового конвеєру із двигуном, що керується від перетворювача частоти..	2 2
8	<b>Лекція 8.</b> Кроковий електропривод. <b>Лабораторна робота 3.</b> Дослідження механічних характеристик системи «Сервоперетворювач - вентильний двигун».	2 4
9	<b>Лекція 9.</b> Системи керування кроковими двигунами. <b>Модуль на контрольна робота 1.</b> <b>Практичне заняття 5.</b> Розрахунок роликового конвеєру із двигуном, що керується від перетворювача частоти.	1 1 2
10	<b>Лекція 10.</b> Вентильний електропривод. <b>Лабораторна робота 4.</b> Дослідження механічних характеристик системи «Перетворювач частоти – синхронний двигун з постійними магнітами».	2 4
11	<b>Лекція 11.</b> Схеми керування складними системами електроприводу. <b>Практичне заняття 6.</b> Розрахунок смужкового конвеєру із двигуном, що керується від перетворювача частоти..	2 2
12	<b>Лекція 12.</b> Сучасні схеми керування складними системами електроприводу.	2
13	<b>Лекція 13.</b> Налаштування регуляторів для схеми підпорядкованого керування. <b>Практичне заняття 7.</b> Розрахунок кривошипно – шатунного механізму	2 2
14	<b>Лекція 14.</b> Теплові режими роботи електродвигунів.	2
15	<b>Лекція 15.</b> Векторне керування <b>Практичне заняття 8.</b> Розрахунок привода верстату із ходовим гвинтом.	2 2
16	<b>Лекція 16.</b> Рівняння Парка - Горева .	2
17	<b>Лекція 17.</b> Побудова векторного керування моментом із використанням естиматорів. <b>Практичне заняття 9.</b> Розрахунок сервопривода для порталних підйомників.	2 2

18	<b>Лекція 18.</b> Пряме керування моментом синхронного електродвигуна із постійними магнітами. <b>Модульна контрольна робота 2.</b>	<b>1</b> <b>1</b>
----	--	----------------------

## 5. Самостійна робота студента

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	<u>Тема 1.1.</u> Основні складові структури приводу.. <b>Література:</b> [1-5]	4
2	<u>Тема 1.2.</u> Вплив статичного моменту на вибір електроприводу. <b>Література:</b> [1-5]	4
3	<u>Тема 2.1.</u> Види механічних вузлів керованого приводу. <b>Література:</b> [2-3]	8
4	<u>Тема 2.2.</u> Вплив вибраного типу приводу на показники регулювання. <b>Література:</b> [4]	4
8	<u>Тема 3.1.</u> Сталій режим роботи електропривода. <b>Література:</b> [1]	4
9	<u>Тема 3.2.</u> Механічні та електромеханічні характеристики ЕП. <b>Література:</b> [1-2]	8
10	<u>Тема 3.3.</u> Визначення сталої швидкості руху електроприводу. <b>Література:</b> [3-7]	4
11	<u>Тема 4.1.</u> Вплив кривої намагнічування та зворотної ЕРС на регулювання швидкості. <b>Література:</b> [1-5]	4
12	<u>Тема 4.2.</u> Режим противмикання. <b>Література:</b> [1,3]	4
13	<u>Тема 4.3.</u> Гальмування самозбудженням. <b>Література:</b> [4]	4
14	<u>Тема 4.4.</u> Режими роботи синхронного двигуна зі сталими магнітами. <b>Література:</b> [6,7]	12

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Електропривод» заснована на політиці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

КПІ ім. Ігоря Сікорського є вільним і автономним центром освіти, що покликаний давати адекватні відповіді на виклики сучасності, плекати й оберігати духовну свободу людини, що робить її спроможною діяти згідно з власним сумлінням; її громадянську свободу, яка є основою формування суспільно відповідальної особистості, та академічну свободу і добросовісність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Електропривод» потребує: підготовки до практичних занять; виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

Підготовка та участь у практичних заняттях передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни та планами практичних занять; вивчення теоретичного матеріалу; виконання завдань, запропонованих для самостійного опрацювання.

Результатом підготовки до заняття має бути здобуття вмінь та навичок роботи з системами цифрової обробки даних. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставлених завдань, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Здобувач вищої освіти повинен дотримувати навчально-академічної етики та графіка навчального процесу; бути зваженим, уважним.

## **7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- виконання лабораторних робіт (4 роботи)
- написання модульної контрольної роботи (2 роботи)
- виконання розрахунково – графічної роботи.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання лабораторних робіт:

- бездоганна робота – 5 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 3-4 бали;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –2 бали.

2.3. Виконання модульної контрольної роботи:

- бездоганна робота – 8 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 6-7 балів;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафні –2 бали.

2.4. Виконання розрахунково – графічної роботи:

- творча робота –24 бали;
- роботу виконано з незначними недоліками – 21-23 бали;
- роботу виконано з певними помилками – 16-20 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 10 балів та виконання всіх робіт з комп'ютерного практикуму(на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 50% можливих балів, від поточного рейтингу.

4. Умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних робіт та розрахунково – графічної роботи та стартовий рейтинг не менше 40 балів.

5. На заліку студенти виконують три завдання. Перелік запитань наведений у Рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Результат залікової роботи оцінюється у 40 балів за такими критеріями:

– «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 35-40 балів;

– «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 30-34 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь, не менше 65% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 25-29 балів;

– «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 22-24 балів;

– «достатньо», неповна відповідь, менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 20-21 балів;

– «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за тестове завдання на заліку переводиться до кінцевої оцінки згідно з таблицею:

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
Лабораторна робота	4	12	20
Модульна контрольна робота	2	12	16
Розрахунково – графічна робота	1	16	24
Стартовий рейтинг	1	40	60
Залік	1	20	40
Підсумковий рейтинг	<b>залік</b>	60	100

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Рекомендації щодо виконання індивідуального семестрового завдання

Вивчення кредитного модуля «Електропривод» передбачає виконання студентами розрахунково - графічної роботи.

Мета розрахунково – графічної роботи – навчитися розраховувати і вибирати електропривод з реостатним керування в розімкненій системі в період пуску та гальмування.

Розрахунок та вибір автоматизованого електропривода з двигуном постійного струму незалежного збудження

Перші цифри та літера в шифрі означають варіант завдання, а останні цифри – варіант діаграм швидкості та прискорення. Тип кінематичної схеми і таблицю діаграм швидкості та прискорення визначають за таблицею варіантів завдань ( додаток ).

У розрахунково – графічній роботі студент розв’язує задачу вибору електродвигуна, побудови діаграм навантажень, розрахунку та вибору пускових і гальмівних реостатів, побудови кривих перехідних процесів, складання та опису схеми автоматизованого електропривода.

У методичних вказівках показана послідовність та основні положення виконання розрахунково - графічної роботи. Студенти можуть виконувати розрахунково - графічну роботу за іншими методиками з обов’язковим розв’язанням всіх поставлених завдань.

Розрахунково – графічна робота складається з пояснювальної записки об’ємом 15-20 сторінок формату А4 та графічного матеріалу у вигляді принципової схеми на аркушах формату А4, виконаний відповідно до ДСТУ.

### Питання для іспиту з навчальної дисципліни «Електропривод»

1. Структура електроприводу та визначення електроприводу

2. Режим рекуперації ДПС с НЗ. Схеми реалізації гальмування.
3. Режими роботи електродвигунів.
4. Загальна класифікація електроприводу
5. Гальмівні режими двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Режим противвімкнення.
6. Аналіз основного рівняння руху ЕП
7. Штучні характеристики АД
8. Статична стійкість електроприводу
9. Види статичних моментів
10. Гальмівні режими роботи ДПС з НЗ. Режим електродинамічного гальмування.
11. Способи пуску двигуна постійного струму із незалежним збудженням.
12. Структурна схема механічної частини простого електроприводу
13. Гальмівні режими ДПС із збудженням від постійних магнітів.
14. Приведення моментів інерції і поступально-рухомих мас.
15. Приведення моментів і сил опору інерційних мас
16. Показники регулювання електроприводів
17. Структурні схема двигуна постійного струму із регулюванням збудження.
18. Приведення моментів інерції і поступальних мас, що рухаються
19. Рівняння сталого режиму електроприводу
20. Статичні характеристики ДПС незалежного збудження.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено:** доцент кафедри автоматизації управління електротехнічними комплексами, к.т.н., Торопов Антон Валерійович

**Ухвалено:** кафедрою АУЕК (протокол № 17 від 17.06.20 р.)

**Погоджено:** Методичною комісією факультету<sup>3</sup> (протокол №8 від 23.06.20 р.)

---

<sup>3</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.