



# ЕЛЕКТРОПРИВОД

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, ЕЛЕКТРОПРИВОД ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНІСТЬ</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 годин / 3 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен/МКР/Розрахунково-графічна робота</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н. Красношопка Наталія Дмитрівна, 0661968086 Лабораторні: к.т.н. Красношопка Наталія Дмитрівна, 0661968086</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/u/0/c/MTUyMzQzNjQ1OTEx">https://classroom.google.com/u/0/c/MTUyMzQzNjQ1OTEx</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Програму навчальної дисципліни «Електропривод» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» підготовки бакалавра спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.*

***Метою навчальної дисципліни** є формування у студентів наступних здатностей: K02 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; K03 – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; K05 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; K06 – Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; K07 – Здатність працювати в команді; K08 – Здатність працювати автономно; K11 – Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР); K12*

– Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.; K15 – Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу; K17 – Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання; K19 – Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; K20 – Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; K21 – Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах; K27 – Здатність вирішувати комплексні практичні задачі, пов’язані з перетворенням енергії у відновлюваних джерелах та електричному транспорті.

**Предмет навчальної дисципліни** – основні властивості електроприводів, включаючи їх механічну частину та електромеханічні властивості електромеханічних перетворювачів різних типів.

**Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна:**  
 ПР03 – Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; ПР06 – Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; ПР07 – Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах; ПР08 – Обирати і застосовувати додатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками; ПР09 – Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем; ПР10 – Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність; ПР11 – Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань; ПР18 – Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням; ПР19 – Застосовувати додатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні ПР27 – Знати рівняння руху електроприводу для різних варіантів мас; методика розрахунку механічної частини електропривода; способів керування двигунами постійного та змінного струму; методів вибору електродвигунів за потужністю.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен мати знання з дисциплін «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини», «Теорія автоматичного керування», «Нелінійні та дискретні системи автоматичного керування». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого вивчення дисципліни

«Автоматизований електропривод», а також для якісного виконання дипломного проекту (роботи).

### 3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 2 розділи, а саме:

#### 1. Механіка електропривода.

Тема 1.1. Розрахункові схеми та правила приведення параметрів.

Тема 1.2. Типові статичні навантаження електропривода.

Тема 1.3. Рівняння руху механічної частини електропривода.

Тема 1.4. Динамічні властивості пружної механічної частини електропривода.

Тема 1.5. Режими роботи електропривода.

Тема 1.6. Динамічні навантаження електропривода.

Тема 1.7. Оптимізація передаточного числа кінематичного ланцюга

#### 2. Електромеханічне перетворення енергії та електромеханічні властивості двигунів.

Тема 2.1. Електромеханічні властивості двигунів постійного струму.

Тема 2.2. Електромеханічні властивості двигунів змінного струму.

Тема 2.3. Електромеханічні властивості інших типів двигунів.

Тема 2.4. Взаємозв'язані електроприводи.

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

#### Основні інформаційні ресурси:

1. Електропривод: Механіка електроприводу. Електромеханічне перетворення енергії та електромеханічні властивості двигунів постійного струму: [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.М. Пижов, Н.Д. Красношадка, М.Я. Островерхов.– Електронні текстові дані (1 файл: 2,48 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 198 с. (доступ за посиланням <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41950>).
2. Теорія електропривода: Підручник / За ред. М.Г. Поповича. – К.: Вища школа, 1993. – 494 с.
3. А. А. Видмиш, Л. В. Ярошенко. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.+ Василега П.О. Електропривод робочих машин : підручник / П. О. Василега. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 290 с.
4. Безрученко В. М. Теорія електроприводу [Електронний ресурс] : підручник. Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2011. Режим доступу <http://eadnurt.diit.edu.ua/jspui/handle/123456789/402>
5. Зеленов А.Б. Теорія електропривода: Методика проектування електроприводів: Підручник. – Луганськ: Вид-во "Ноулідж", 2010. – 670 с.
6. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи / За ред. М.Г. Поповича. – К.: Либідь, 2005. – 672 с.
7. Теорія електропривода-1: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / Уклад. Н.Д. Красношакпа, В.М.Пижов, М.В.Пушкар – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 48 с. (доступ за посиланням <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/31848>)

8. Електропривод. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С.О, Бур'ян, Н.Д. Красношакпа, М.Я. Островерхов – К.: КПІ ім. Ігоря – Електронні текстові дані (1 файл: 1,41 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 61 с. (доступ за посиланням <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41847>).

#### Додаткові:

9. Leonhard W. Control of Electrical Drives. Berlin: Springer-Verlag, 2001.
10. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Теорія електропривода –1» для студентів напряму підготовки 6.050702 – «Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / Укл. О.І. Кіселічник, Н.Д. Красношакпа. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 33 с.

### Навчальний контент

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

##### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<b>Вступ</b> Розвиток та види електропривода. Основні функції та координати керування електропривода. Визначення та склад електропривода згідно до стандарту. Місце електропривода в структурі електромеханічної системи. Надбання теорії електропривода та її зв'язок із дисциплінами фундаментального та професійно-орієнтованого циклів підготовки. Література [1], [2], [3].
2	<u>Тема 1.1. Розрахункові схеми та правила приведення параметрів</u> Послідовність розробки розрахункової схеми механічної частини електромеханічної системи. Кінематична схема та параметри механічної частини електромеханічної системи. Умови приведення параметрів реальної схеми до розрахункової. Правила приведення параметрів до однієї швидкості. Правила спрощення початкових розрахункових схем. Типові розрахункові схеми механічної частини.. Література [1], [2], [3].
3	<u>Тема 1.2. Типові статичні навантаження електропривода</u> Типові статичні навантаження електропривода. Склад моментів, які діють на механічну частину. Статичні моменти та моменти корисного навантаження. Механічна характеристика механізму. Види статичних моментів. Урахування втрат в елементах кінематичного ланцюга.. Література [1], [2], [3].
4	<u>Тема 1.3. Рівняння руху механічної частини електропривода</u> Послідовність складання та рівняння руху механічної частини електропривода. Загальна форма запису диференційних рівнянь у вигляді



	<p>рівняння Лагранжа 2-го роду. Рівняння руху та структурна схема одномасової розрахункової схеми. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми без врахування внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми з урахуванням внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми із зазором без врахування внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми із зазором з урахуванням внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху механізмів із нелінійним кінематичним зв'язком.. Література [1], [2], [3].</p>
5	<p><u>Тема 1.4. Динамічні властивості пружної механічної частини електропривода</u> Динамічні властивості пружної механічної частини електропривода. Передаточна функція двомасової розрахункової схеми за керуючою змінною. Характеристичне рівняння системи та його корені. Аналіз властивостей пружної механічної частини на основі виду коренів рівняння та відповідно параметрів механічної частини. Література [1], [2], [3], [4].</p>
6	<p><u>Тема 1.5. Режими роботи електропривода</u> Статичні та динамічні режими роботи електропривода. Статичні механічні характеристики та їх параметри. Умова стійкості усталеного руху. Механічні перехідні процеси з постійним динамічним моментом, типові приклади. Механічні перехідні процеси з динамічним моментом, який лінійно залежить від швидкості. Перехідний процес пуску електропривода, представленого двомасовою розрахунковою схемою. Література [1], [2], [3].</p>
7	<p><u>Тема 1.6. Динамічні навантаження електропривода</u> Динамічні навантаження електропривода. Динамічні навантаження при одномасовій розрахунковій схемі та двомасовій схемі із зазором. Коефіцієнт динамічного навантаження. <u>Тема 1.7. Оптимізація передаточного числа кінематичного ланцюга</u> Оптимізація передаточного числа кінематичного ланцюга. Критерії оптимізації передаточного числа кінематичного кола. Визначення передаточного числа на основі диференційного рівняння руху системи.. Література [1], [2], [3]. Модульна контрольна робота.</p>
8	<p><u>Тема 2.1. Електромеханічні властивості двигунів постійного струму</u> Види двигунів постійного струму. Структурна схема електромеханічного перетворювача. Режими роботи перетворювача енергії. Переваги та недоліки двигунів постійного струму. Види двигунів у залежності від виконання системи збудження.. Література [1], [2], [3].</p>
9	<p>Електромеханічні властивості двигунів постійного струму з незалежним збудженням. Паспортні дані. Схема увімкнення. Рівняння електромеханічної та механічної характеристики. Природна та штучні механічні характеристики. Керування швидкістю за рахунок зміни напруги якоря, магнітного потоку та зміни електричного опору кола якоря. Переваги та недоліки способів керування швидкістю. Література [1], [2], [3].</p>
10	<p>Зміна напрямку руху, пуск та режими гальмування двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Способи зміни напрямку руху, їх переваги та недоліки. Види гальмування двигуна, їх переваги та недоліки. Механічні</p>

	<i>характеристики двигуна в гальмівних режимах. Керування величиною моменту гальмування. Способи пуску. Задатчик інтенсивності. Розрахунок електричних опорів пускового реостата. Література [1], [2], [3].</i>
11	<i>Динамічні властивості електромеханічного перетворювача двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Передаточна функція електромеханічного перетворювача. Структурні схеми двигуна постійного струму з незалежним збудженням при живленні кола якоря від джерела напруги та струму. Рівняння динамічної механічної та електродинамічної характеристики. Динамічна жорсткість характеристик. Усталений динамічний процес під дією статичного моменту з періодичною складовою. Література [1], [2], [3].</i>
12	<i>Електромеханічні властивості двигуна постійного струму з послідовним збудженням. Схема увімкнення двигуна. Рівняння електромеханічної та механічної характеристики. Штучні механічні характеристики та способи керування швидкістю. Зміна напрямку руху двигуна. Режими гальмування двигуна. Структурна схема двигуна постійного струму з послідовним збудженням. Електромеханічні властивості двигуна постійного струму зі змішаним збудженням. Схема увімкнення двигуна. Природна та штучні механічні характеристики. Способи керування швидкістю. Зміна напрямку руху двигуна. Режими гальмування двигуна.. Література [1], [2], [3].</i>
13	<i><u>Тема 2.2. Електромеханічні властивості двигунів змінного струму</u> Електромеханічні властивості асинхронного двигуна. Переваги та недоліки двигуна. Види двигунів. Паспортні дані. Схеми увімкнення обмотки статора. Схема заміщення фази двигуна. Основні математичні залежності. Ковзання двигуна. Природна механічна та електромеханічна характеристика, її характерні точки. Література [1], [2], [3].</i>
14	<i>Штучні механічні характеристики асинхронного двигуна та способи керування швидкістю. Механічні характеристики асинхронного двигуна та способи керування швидкістю за рахунок зміни амплітуди, частоти напруги живлення, електричного опору кола ротора, зміни числа пар полюсів та використання енергії ковзання в каскадних схемах, зміни електричного опору кола статора та подвійного живлення двигуна. Література [1], [2], [3].</i>
15	<i>Зміна напрямку руху, пуск та режими гальмування асинхронного двигуна. Спосіб зміни напрямку руху двигуна та відповідні механічні характеристики. Пуск двигуна з короткозамкнутим ротором та фазним ротором. Види гальмування асинхронного двигуна, переваги та недоліки. Механічні характеристики та способи керування величиною гальмівного моменту. Динамічні властивості асинхронного двигуна. Спрощена передаточна функція електромеханічного перетворювача асинхронного двигуна. Передаточна функція двигуна та механічні характеристики при живленні від джерела напруги та струму. Література [1], [2], [3].</i>
16	<i>Електромеханічні властивості синхронного двигуна. Переваги та недоліки двигуна. Схеми увімкнення двигуна. Кутова та механічна характеристика. Керування швидкості. Динамічні властивості двигуна та його структурна схема., Література [1], [2], [3].</i>
17	<i><u>Тема 2.3. Електромеханічні властивості інших типів двигунів</u></i>

	<i>Електроμηχανічні властивості інших типів двигунів. Дугостаторні та лінійні асинхронні двигуни: конструкція, механічна характеристика, переваги та недоліки. Вентильний двигун: конструкція, рівняння механічної характеристики, керування швидкістю та штучні механічні характеристики, переваги та недоліки. Кроковий двигун: конструкція, принцип роботи, механічні характеристики. Література [1], [2], [3].</i>
18	<i>Тема 2.4. Взаємозв'язані електроприводи</i> <i>Взаємозв'язані електроприводи. Електропривод із механічним з'єднанням валів: механічні характеристики, моменти електропривода в цілому та окремих двигунів, способи вирівнювання навантаження двигунів. Електропривод з електричним валом: типові схеми, принцип роботи. Література [1], [2], [3].</i> <i>Модульна контрольна робота.</i>

### *Лабораторні роботи*

<b>№ з/п</b>	<b>Перелік лабораторних робіт</b>	<b>Кількість ауд. годин</b>
1.	<b>Вступне заняття</b>	2
2.	<b>Лабораторна робота № 1.</b> Дослідження механічних характеристик двигунів постійного струму з незалежним збудженням.	4
3.	<b>Лабораторна робота № 2.</b> Дослідження механічних характеристик двигунів постійного струму з послідовним збудженням.	4
4.	<b>Лабораторна робота № 3.</b> Дослідження статичних характеристик електропривода за схемою ШІП–Д	4
5.	<b>Лабораторна робота № 4.</b> Дослідження механічних характеристик асинхронного двигуна з фазним ротором.	4

### *Розрахунково-графічна робота (РГР)*

*В якості індивідуального завдання студенти виконують розрахунково-графічну роботу (РГР). Метою РГР є закріплення теоретичних знань із дисципліни, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач із розрахунку й дослідження електропривода. Студентами виконується одна розрахунково-графічна робота (РГР), що містить наступні питання: кінематична схема електропривода; приведення моментів інерції, мас, статичних моментів та зусиль, коефіцієнтів жорсткості та демпфірування до однієї швидкості; врахування втрат у кінематичному ланцюгу; спрощення розрахункових схем реальних механізмів; обчислення параметрів двигунів на основі паспортних даних; побудова природної та штучних механічних характеристик двигунів постійного струму з*

незалежним збудженням; організація гальмівних режимів роботи; дослідження структурної схеми двигуна; електромеханічні перехідні процеси. Тематика та завдання на РГР наведені у [7] розділу «Основна література».

## Політика та контроль

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

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях та виконання та захист лабораторних робіт.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист РГР з дисципліни здійснюється індивідуально.
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Передові технології в електроприводі та електромеханічних системах-1»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

**Поточний контроль:** експрес-опитування, МКР, виконання та захист РГР, виконання та захист лабораторних робіт.

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** екзамен.



**Умови допуску до семестрового контролю:** виконання та захист всіх лабораторних робіт, виконання та захист розрахунково-графічної роботи, стартовий рейтинг не менше 25 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульних контрольних робіт (МКР).

Експрес-опитування	виконання та захист лабораторних робіт	РГР	МКР
9	20	9	12

#### **Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях**

Ваговий бал 0,5.

Максимальна кількість балів за всі лекції –  $0,5 \text{ бал} \times 18 = 9 \text{ балів}$ .

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання – 0,5.
- неправильні відповіді на окремі питання – 0.

#### **Виконання та захист лабораторних робіт**

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів за всі 4 лабораторні роботи –  $5 \text{ балів} \times 4 = 20 \text{ балів}$ .

**УВАГА!!! Допуск до наступної лабораторної роботи надається виключно за умови відпрацювання та захисту попередньої лабораторної роботи!**

Критерії оцінювання

Виконання:

- повне та вчасне виконання роботи – 1;
- відпрацювання пропущеної без поважної причини та не повністю виконаної роботи – 0,5;

2.2. Захист:

- протокол підготовлений без помилок, відповіді на питання чіткі та змістовні – 4;
- протокол підготовлений з деякими неточностями, відповіді на питання мають незначні помилки – 3;
- протокол підготовлений з помилками, відповіді на питання нечіткі та мають суттєві помилки – 2 ;

- захист лабораторної роботи поза встановлений термін без поважної причини – 1;
- протокол підготовлений з помилками, студент не приймає активної участі у виконанні лабораторної роботи, відповіді на питання невірні. Лабораторна робота потребує додаткового відпрацювання – 0

### **Індивідуальне семестрове завдання (розрахунково-графічна робота)**

Згідно з робочим навчальним планом кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу.

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 9 і складається з максимального балу за оформлення – 2, за захист – 7.

**За кожен день запізнення здачі РГР на перевірку знімається 0,5 бали із максимальної кількості балів, що можна отримати за РГР, але не більше 5.**

#### *Критерії оцінювання*

#### **За оформлення:**

- дотримання вимог оформлення – 2 бали;
- незначне відхилення від вимог щодо оформлення – 1 бал;
- значне відхилення від вимог щодо оформлення – 0,5 балів;
- РГР не оформлена належним чином – 0 балів та повертається на переробку.

#### **За захист:**

- розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту – 7 балів;
- розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту з деякими неточностями – 5–6 балів;
- неповні відповіді на запитання до захисту – 3–4 балів;
- робота виконана з суттєвими помилками, студент не може дати відповіді до захисту – 0 балів.

### **Модульна контрольна робота**

Кількість МКР – 2 тривалістю 1 академічну годину кожна

Ваговий бал МКР – 6.

Максимальний бал за МКР –  $6 \times 2 = 12$ .

#### *Критерії оцінювання*

- повна відповідь на запитання (більше 90% матеріалу) – 6 балів;
- неповна відповідь на запитання (від 50 до 90% матеріалу) – 2 – 5 балів;
- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації – 0 балів;

### **Додаткові (бонусні) бали**

Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 5,4 бонусних балів у семестрі. Бонусні бали можуть бути отримані за такі види робіт «Завдання до лекцій».

**Завдання до лекцій.** Студенти, за бажанням, можуть надати законспектовані матеріали лекційних занять. Кількість балів за 1 законспектовану лекцію складає 0,3. Максимальна кількість балів, які студенти можуть отримати за конспектування лекційних матеріалів складає 5,4.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

### **Форма семестрового контролю – екзамен**

Максимальна сума балів складає 50.

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання та захист всіх лабораторних робіт, виконання та захист розрахунково-графічної роботи, стартовий рейтинг не менше 25 балів.

Екзаменаційна робота складається з відповіді на три теоретичні запитання та одне практичне завдання.

#### **Критерії оцінювання екзамену**

Кожне теоретичне запитання оцінюється у 10 балів, а практичне – 20 балів.

#### **Система оцінювання теоретичних питань:**

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 6 балів) – 0 балів.

#### **Система оцінювання практичного завдання:**

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 18-20 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 15-17 балів;
- «задовільно», завдання виконано з певними недоліками – 12-14 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Рейтингова оцінка (сума балів)	Традиційна оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
25..59	Незадовільно
менше 25	Не допущено

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

### **Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль**

1. Кінематична схема та параметри механічної частини електромеханічної системи. Умови приведення параметрів реальної схеми до розрахункової. Правила приведення параметрів до однієї швидкості. Правила спрощення початкових розрахункових схем. Типові розрахункові схеми механічної частини..
2. Типові статичні навантаження електропривода. Склад моментів, які діють на механічну частину. Статичні моменти та моменти корисного

- навантаження. Механічна характеристика механізму. Види статичних моментів. Урахування втрат в елементах кінематичного ланцюга..
3. Послідовність складання та рівняння руху механічної частини електропривода. Загальна форма запису диференціальних рівнянь у вигляді рівняння Лагранжа 2-го роду. Рівняння руху та структурна схема одномасової розрахункової схеми. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми без врахування внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми з урахуванням внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми із зазором без врахування внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми із зазором з урахуванням внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху механізмів із нелінійним кінематичним зв'язком.
  4. Динамічні властивості пружної механічної частини електропривода. Передаточна функція двомасової розрахункової схеми за керуючою змінною. Характеристичне рівняння системи та його корені. Аналіз властивостей пружної механічної частини на основі виду коренів рівняння та відповідно параметрів механічної частини.
  5. Механічні перехідні процеси з постійним динамічним моментом, типові приклади. Механічні перехідні процеси з динамічним моментом, який лінійно залежить від швидкості. Перехідний процес пуску електропривода, представленого двомасовою розрахунковою схемою.
  6. Динамічні навантаження електропривода. Динамічні навантаження при одномасовій розрахунковій схемі та двомасовій схемі із зазором. Коефіцієнт динамічного навантаження.
  7. Оптимізація передаточного числа кінематичного ланцюга. Критерії оптимізації передаточного числа кінематичного кола. Визначення передаточного числа на основі диференціального рівняння руху системи..
  8. Види двигунів постійного струму. Структурна схема електромеханічного перетворювача. Режими роботи перетворювача енергії. Переваги та недоліки двигунів постійного струму. Види двигунів у залежності від виконання системи збудження..
  9. Електромеханічні властивості двигунів постійного струму з незалежним збудженням. Паспортні дані. Схема увімкнення. Рівняння електромеханічної та механічної характеристики. Природна та штучні механічні характеристики. Керування швидкістю за рахунок зміни напруги якоря, магнітного потоку та зміни електричного опору кола якоря. Переваги та недоліки способів керування швидкістю..
  10. Зміна напрямку руху, пуск та режими гальмування двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Способи зміни напрямку руху, їх переваги та недоліки. Види гальмування двигуна, їх переваги та недоліки. Механічні характеристики двигуна в гальмівних режимах. Керування величиною моменту гальмування. Способи пуску. Задатчик інтенсивності. Розрахунок електричних опорів пускового реостата.
  11. Динамічні властивості електромеханічного перетворювача двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Передаточна функція електромеханічного перетворювача. Структурні схеми двигуна



постійного струму з незалежним збудженням при живленні кола якоря від джерела напруги та струму. Рівняння динамічної механічної та електродинамічної характеристики. Динамічна жорсткість характеристик. Усталений динамічний процес під дією статичного моменту з періодичною складовою.

12. Електромеханічні властивості двигуна постійного струму з послідовним збудженням. Схема увімкнення двигуна. Рівняння електромеханічної та механічної характеристики. Штучні механічні характеристики та способи керування швидкістю. Зміна напрямку руху двигуна. Режими гальмування двигуна. Структурна схема двигуна постійного струму з послідовним збудженням.
13. Електромеханічні властивості двигуна постійного струму зі змішаним збудженням. Схема увімкнення двигуна. Природна та штучні механічні характеристики. Способи керування швидкістю. Зміна напрямку руху двигуна. Режими гальмування двигуна.
14. Електромеханічні властивості асинхронного двигуна. Переваги та недоліки двигуна. Види двигунів. Паспортні дані. Схеми увімкнення обмотки статора. Схема заміщення фази двигуна. Основні математичні залежності. Ковзання двигуна. Природна механічна та електромеханічна характеристика, її характерні точки..
15. Штучні механічні характеристики асинхронного двигуна та способи керування швидкістю. Механічні характеристики асинхронного двигуна та способи керування швидкістю за рахунок зміни амплітуди, частоти напруги живлення, електричного опору кола ротора, зміни числа пар полюсів та використання енергії ковзання в каскадних схемах, зміни електричного опору кола статора та подвійного живлення двигуна.
16. Зміна напрямку руху, пуск та режими гальмування асинхронного двигуна. Спосіб зміни напрямку руху двигуна та відповідні механічні характеристики. Пуск двигуна з короткозамкнутим ротором та фазним ротором. Види гальмування асинхронного двигуна, переваги та недоліки. Механічні характеристики та способи керування величиною гальмівного моменту.
17. Динамічні властивості асинхронного двигуна. Спрощена передаточна функція електромеханічного перетворювача асинхронного двигуна. Передаточна функція двигуна та механічні характеристики при живленні від джерела напруги та струму.
18. Електромеханічні властивості синхронного двигуна. Переваги та недоліки двигуна. Схеми увімкнення двигуна. Кутова та механічна характеристика. Керування швидкості. Динамічні властивості двигуна та його структурна схема.
19. Електромеханічні властивості інших типів двигунів. Дугостаторні та лінійні асинхронні двигуни: конструкція, механічна характеристика, переваги та недоліки. Вентильний двигун: конструкція, рівняння механічної характеристики, керування швидкістю та штучні механічні характеристики, переваги та недоліки. Кроковий двигун: конструкція, принцип роботи, механічні характеристики.
20. Взаємозв'язані електроприводи. Електропривод із механічним з'єднанням валів: механічні характеристики, моменти електропривода в цілому та

*окремих двигунів, способи вирівнювання навантаження двигунів.  
Електропривод з електричним валом: типові схеми, принцип роботи.*

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

**Складено** доцентом кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА, к.т.н. Красношапкою Н.Д.

**Ухвалено** кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 14 від 21.06.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)