



Електропривод

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів, Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології, Системи забезпечення споживачів електричною енергією
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)/очна (вечірня)/заочна/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	III курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	120 годин/ 4 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/ розрахунково-графічна робота (РГР), модульна контрольна робота (МКР)
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції, практичні, лабораторні: PhD, ст.викл. Мугенов Даніїл Джалільович, тел. 068-240-24-43, email: muhenov.daniil@ill.kpi.ua ;
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/ . Код курсу надається студентам на першому занятті.

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

Використання будь-яких видів енергії має бути максимально ефективним і обґрунтованим – це твердження навряд чи викличе заперечення. Особливо це актуально для електроенергії, яка є основним ресурсом як у промисловості, так і в побуті, забезпечуючи роботу електронного обладнання, програмного забезпечення для керування, захисту та контролю технологічних параметрів інженерних систем. Одним із ключових споживачів електроенергії в багатьох галузях є електропривод. Підвищення енергоефективності через удосконалення керування споживанням механічної та електричної енергії в технологічних процесах сприятиме розв'язанню цієї проблеми.

Метою дисципліни «Електропривод» є формування у студентів теоретичних та практичних знань щодо основних типів електромеханічних перетворювачів енергії, їх ефективне застосування в сучасних енергозберігаючих системах генерації, розподілу та використання електроенергії, принципи проектування і системи керування електроприводом, основні тенденції розвитку і напрямку енергозбереження в електроприводі.

Предметом навчальної дисципліни є типові структури електроприводу з двигунами постійного та змінного струму, схеми і пристрої напівпровідникових перетворювачів для регулювання координат електроприводів, в системах забезпечення споживачів електричною енергією

Компетенції: (K7) Здатність працювати в команді; (K15) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу; (K19) Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; (K21) Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Програмні результати навчання: (ПР7) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах; (ПР8) обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками; (ПР9) уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем; (ПР17) розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

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

Дисципліна «Електропривод» спирається на знання й уміння, здобуті студентами під час вивчення таких дисциплін, як «Загальна фізика», «Вища математика», «Гідравліка та гідропневмопривод», «Теорія автоматичного керування електротехнічних комплексів і мехатронних систем» та інших.

Отримані знання і навички в рамках вивчення модуля «Електропривод» є важливими для фахівців 141 спеціальності, які займаються інженерними завданнями в галузі автоматизації електротехнічних і мехатронних систем, а також необхідні для засвоєння таких дисциплін, як «Моделювання електротехнічних та мехатронних комплексів», «Автоматизований електропривод машин і установок», «Транспортні системи електромеханічних комплексів» тощо.

3. Зміст освітнього компоненту

Розділ 1. Основи теорії електропривода та енергетичні аспекти його функціонування

Тема 1.1. Вступ до електроприводу

Тема 1.2. Класифікація електроприводів

Тема 1.3. Механіка електроприводу

Тема 1.4. Структура енергетичного каналу електропривода

Тема 1.5. Баланс потужностей потоків енергії силового каналу

Тема 1.6. Коефіцієнт корисної дії

Тема 1.7. Узагальнений критерій енергетичної ефективності каналу

Розділ 2. Електропривод з двигунами постійного струму

Тема 2.1. Схема підключення, основні рівняння ДПС НЗ

Тема 2.2. Статичні характеристики і режими ДПС НЗ при $U=\text{const}$

Тема 2.3. Характеристики і режими ДПС НЗ при $I=\text{const}$

Тема 2.4. Регулювання координат ДПС НЗ у розімкнутих схемах

Тема 2.5. Гальмівні режими ДПС НЗ

Тема 2.6. Електропривод з ДПС послідовного збудження

Тема 2.7. Гальмівні режими ДПС послідовного збудження

Тема 2.8. Електропривод з ДПС змішаного збудження

Тема 2.9. Структурна схема ДПС незалежного збудження

Тема 2.10. Перехідні процеси двигунів з лінійною характеристикою

Розділ 3. Електропривод змінного струму

Тема 3.1. Електропривод із асинхронними двигунами

Тема 3.2. Електропривод із синхронними двигунами

Розділ 4. Енергетичні характеристики електроприводу в статичному режимі

Тема 4.1. Втрати потужності в нерегульованому електроприводі

Тема 4.2. Коефіцієнт потужності електропривода

Тема 4.3. Енергетичні характеристики регульованих електроприводів у статичному режимі, енергетичні характеристики механічних перетворювачів у статичних режимах

Тема 4.4. Розрахунок потужності і вибір електродвигунів

Тема 4.5. Перевірка двигунів по нагріванню прямим методом

Тема 4.6. Перевірка двигунів по нагріванню непрямыми методами

Тема 4.7. Особливості вибору двигунів в залежності від теплового режиму роботи

Розділ 5. Типові структури перетворювачів електроенергії

Тема 5.1. Електромашинні перетворювачі

Тема 5.2. Статичні перетворювачі на напівкерованих електронних приладах (тиристорах)

Тема 5.3. Статичні перетворювачі на керованих електронних пристроях

Розділ 6. Типові системи електроприводу

Тема 6.1. Асинхронно-вентильні каскади

Тема 6.2. Асинхронний електропривод із фазовим керуванням

Тема 6.3. Вентильний двигун

Тема 6.4. Вентильно-індукторний двигун

Тема 6.5. Електропривод з двигунами постійного струму

Тема 6.6. Зменшення впливу на мережу перетворювачів електропривода

Тема 6.7. Аналіз умов експлуатації, вибір системи електропривода

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Закладний О. М. Енергозбереження засобами промислового електропривода : навч. посіб. / О. М. Закладний, А. В. Праховник, О. І. Соловей. – К. : Кондор, 2005. – 408 с.

2. Закладний О. М. Електропривод : навч. посіб. / О. М. Закладний, В. В. Прокопенко, О. О. Закладний. – К. : НТУУ «КПІ», 2008. – 316 с.

3. Теорія автоматичного керування. Частина 1 : моделювання лінійних систем автоматичного управління [Електронний ресурс] : метод. вказівки до виконання лаб. робіт для студентів спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії» / уклад.: А. А. Марченко, Д. В. Настенко, В. С. Гулий. – К. : НТУУ «КПІ», 2016. – 55 с.

4. Рогоза М. В. Сучасна перетворювальна техніка : конспект лекцій для студентів спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / М. В. Рогоза, Н. Ю. Рухлова, Є. В. Кошеленко, В. А. Бородай ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2022. – 84 с.

5. Победаш К. К. Силові напівпровідникові прилади і перетворювачі електричної енергії [Електронний ресурс] : навч. посіб. / К. К. Победаш, В. А. Святненко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл : 4,15 Кбайт). – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 244 с. – Назва з екрана.

6. В.П. Розен, О.О. Закладний, С.Л. Прядко ЕЛЕКТРОПРИВОД З ВЕНТИЛЬНИМ ДВИГУНОМ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА ;Навчальний посібник: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології», «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; Електронне мережне навчальне видання :Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022р.-35с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/49130>

Допоміжна література

1. В. І. Теряєв. Автоматизований електропривод. Ч. 2 [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 204 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48821>

2. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода : навч. посібник / М. В. Загірняк, Т. В. Коренькова, А. П. Калінов, А. І. Гладир, В. Г. Ковальчук. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – Харків: Видавництво «Точка», 2017. – 206 с. http://www.kdu.edu.ua/new/PHD_vid/syfasni%20peretvor.pdf

3. Пижов, В. М. Електропривод. Методичні матеріали до індивідуальних занять [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів вищої освіти (бакалавр) за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / В. М. Пижов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 22 с <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43499>

4. Пижов, В. М. Електропривод. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітня програма «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / В.М. Пижов; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021.– 57 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43498>

5. Електропривод. Механіка електроприводу. Електромеханічне перетворення енергії та електромеханічні властивості двигунів постійного струму [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. М. Пижов, Н. Д. Красношопка, М. Я. Островерхов. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 198 с.

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[4]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Дисципліна включає 18 годин лекцій і 18 годин лабораторних занять, а також виконання модульної контрольної роботи (МКР), що складається з двох частин за темами, тривалістю по 1 академічній годині кожна, та розрахунково-графічної роботи.

Лабораторні заняття проводяться з метою закріплення теоретичних знань та формування у студентів навичок і досвіду використання сучасних термінів у сфері електроприводу. З урахуванням розподілу часу на вивчення дисципліни рекомендовано провести дев'ять практичних занять, включаючи час на МКР.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
Розділ 1. Основи теорії електропривода та енергетичні аспекти його функціонування	
1	Тема 1.1. Вступ до електроприводу; 1.1.1. Структура сучасного електроприводу; 1.1.2. Цифрове управління електроприводами; 1.1.3. Енергозбереження в електроприводі; Тема.1.2. Класифікація електроприводів; 1.2.1. За способом передачі механічної енергії; 1.2.2. За родом струму двигуна; 1.2.3. За способом комутації; 1.2.4. За родом передавального органу; 1.2.5. За ступенем автоматизації; 1.2.6. За ступенем керованості; Літературні джерела: [1] – с. 27-32.
2	Тема 1.3. Механіка електроприводу; 1.3.1. Рівняння руху; 1.3.2. Приведення моментів і сил; Літературні джерела: [2] – с. 5-12.
3	1.3.3. Механічні характеристики; 1.3.4. Момент статичного опору; 1.3.5. Статична стійкість електроприводу; 1.3.6. Регулювання координат електроприводу; Літературні джерела: [2] – с. 13-23.
4	Тема 1.4. Структура енергетичного каналу електропривода; Тема 1.5. Баланс потужностей потоків енергії силового каналу; Тема 1.6. Коефіцієнт корисної дії; Тема 1.7. Узагальнений критерій енергетичної ефективності каналу; Літературні джерела: [1] – с. 67-81.
Розділ 2. Електропривод з двигунами постійного струму	
5	Тема 2.1. Схема підключення, основні рівняння ДПС НЗ; Тема 2.2. Статичні характеристики і режими ДПС НЗ при $U=const$; Тема 2.3. Характеристики і режими ДПС НЗ при $I=const$; Тема 2.4. Регулювання координат ДПС НЗ у розімкнутих схемах; Літературні джерела: [2] – с. 52-65.
6	Тема 2.5. Гальмівні режими ДПС НЗ; Тема 2.6. Електропривод з ДПС послідовного збудження; Тема 2.7. Гальмівні режими ДПС послідовного збудження; Тема 2.8. Електропривод з ДПС змішаного збудження; Літературні джерела: [2] – с. 66-78.
7	Тема 2.9. Структурна схема ДПС незалежного збудження; Тема 2.10. Перехідні процеси двигунів з лінійною характеристикою; 2.10.1. Механічні перехідні процеси; 2.10.2. Електромагнітні перехідні процеси; 2.10.3. Електромеханічні перехідні процеси; Літературні джерела: [2] – с. 189-200; [3] – с. 22-27.

Розділ 3. Електропривод змінного струму	
8	Тема 3.1. Електропривод із асинхронними двигунами; 3.1.1. Схеми, основні рівняння; 3.1.2. Регулювання координат асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором зміною параметрів напруги живлення; Літературні джерела: [2] – с. 25-34.
9	3.1.3. Регулювання координат асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором зміною параметрів двигуна; 3.1.4. Регулювання координат асинхронних двигунів із фазним ротором; 3.1.5. Гальмівні режими асинхронних двигунів; 3.1.6. Характерні риси асинхронного електроприводу; Літературні джерела: [2] – с. 34-44.
10	Тема 3.2. Електропривод із синхронними двигунами; 3.2.1. Схеми, основні рівняння; 3.2.2. Синхронна машина як компенсатор реактивної потужності; Літературні джерела: [2] – с. 44-52.
Розділ 4. Енергетичні характеристики електроприводу в статичному режимі	
11	Тема 4.1. Втрати потужності в нерегульованому електроприводі; Тема 4.2. Коефіцієнт потужності електропривода; Тема 4.3. Енергетичні характеристики регульованих електроприводів у статичному режимі, енергетичні характеристики механічних перетворювачів у статичних режимах; 4.3.1. Регульований електропривод із ДПС незалежного збудження; 4.3.2. Регульований електропривод з асинхронним двигуном; 4.3.3. Енергетичні показники механічних перетворювачів у статичних режимах; Літературні джерела: [1] – с. 108-112; 114-122.
12	Тема 4.4. Розрахунок потужності і вибір електродвигунів; Тема 4.5. Перевірка двигунів по нагріванню прямим методом; Тема 4.6. Перевірка двигунів по нагріванню непрямыми методами; 4.6.1. Метод середніх втрат; 4.6.2. Методи еквівалентних величин; Літературні джерела: [1] – с. 131-148.
13	Тема 4.7. Особливості вибору двигунів в залежності від теплового режиму роботи; 4.7.1. Тривалий режим роботи S1; 4.7.2. Короткочасний режим роботи S2; 4.7.3. Повторно-короткочасний режим роботи S3; 4.7.4. Додаткові режими роботи; Літературні джерела: [1] – с. 149-158.
Розділ 5. Типові структури перетворювачів електроенергії	
14	Тема 5.1. Електромашинні перетворювачі; Тема 5.2. Статичні перетворювачі на напівкерованих електронних приладах (тиристорах) ; Тема 5.3. Статичні перетворювачі на керованих електронних пристроях; Літературні джерела: [2] – с. 151-165; [4] – с. 10-20; [5] – с. 77-81; 133-136.
Розділ 6. Типові системи електроприводу	
15	Тема 6.1. Асинхронно-вентильні каскади; Тема 6.2. Асинхронний електропривод із фазовим керуванням; Літературні джерела: [2] – с. 108-118; [4] – с. 36-38.
16	Тема 6.3. Вентильний двигун; 6.3.1. Принцип роботи і способи керування ВД; 6.3.2. Оптимізація параметрів електрообладнання вентильних двигунів; Літературні джерела: [2] – с. 118-134.

17	Тема 6.4. Вентильно-індукторний двигун; Тема 6.5. Електропривод з двигунами постійного струму; Тема 6.6. Зменшення впливу на мережу перетворювачів електропривода; Літературні джерела: [2] – с. 134-142; 174-188.
18	Тема 6.7. Аналіз умов експлуатації, вибір системи електропривода; 6.7.1. Аналіз умов експлуатації електропривода; 6.7.2. Вибір системи електропривода; Літературні джерела: [1] – с. 214-228.

Лабораторні заняття

№ з/п	Зміст навчальної роботи
1	Дослідження статичних характеристик системи нереверсивний транзисторний перетворювач напруги – двигун постійного струму
2	Експериментальні дослідження системи регульованого електроприводу за системою «Перетворювач частоти – асинхронний двигун»
3	Дослідження механічних характеристик системи «Сервоперетворювач – вентильний двигун».
4	Дослідження механічних характеристик системи «Перетворювач частоти – синхронний двигун з постійними магнітами».

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	год
1	Підготовка до лабораторних занять	16
2	Підготовка до МКР	16
3	Виконання РГР	18
4	Підготовка до заліку	16

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни

На кожному занятті, як лекційному, так і практичному, студент повинен мати на своєму пристрої встановлений додаток Zoom (у разі дистанційного навчання) та бути авторизованим у курсі «Електропривод» на платформі «Google Classroom» (код доступу надається під час першого заняття згідно з розкладом). Усі необхідні матеріали, включаючи силабус, лекційні матеріали, завдання для практичних занять, варіанти модульної контрольної роботи, тести за лекціями, методичні рекомендації до виконання практичних робіт і розрахунково-графічної роботи, а також варіанти залікової контрольної роботи, розміщені на платформі «Google Classroom».

Під час проходження курсу «Електропривод» студенти повинні дотримуватися загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, викладених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Дедлайни виконання кожного завдання вказані в курсі «Електропривод» на платформі «Google Classroom».

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Заняття, пропущені з поважних причин, мають бути відпрацьовані. Усі студенти без винятку зобов'язані дотримуватися вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: виконання лабораторної роботи (4 лабораторні по 5 балів), МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 5 балів), РГР (35 балів). МКР виконується у вигляді відповіді на два теоретичні запитання з лекційного матеріалу

першої половини семестру. МКР студент виконує безпосередньо на лекційному занятті, за 15-20 хвилин до його закінчення. По закінченню заняття робота над МКР закінчується і не підлягає переписуванню.

Кожна **лабораторна робота** при оцінюється в 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – правильно оформлені результати дослідження та сформульований відповідний висновок (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування при захисті – 4,8 - 5 балів;

- «добре» – правильно оформлені результати дослідження та сформульований відповідний висновок (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності при відповіді при захисті – 3,8 – 4,8 балів;

- «задовільно» – містяться неточності в оформленні результатів дослідження або сформульований невідповідний висновок (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки під час захисту – 3 - 3,8 балів;

- «незадовільно» – невірно оформлені результати дослідження або незадовільна відповідь при захисті – 0 балів.

Кожне питання **МКР** оцінюється в 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 4,8 - 5 балів;

- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 3,8 – 4,8 балів;

- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 3 - 3,8 балів;

- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Вимоги до написання **РГР** надаються у вигляді методичних рекомендацій і розміщуються на платформі «Google Classroom»

РГР оцінюється в 35 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 33 - 35 балів;

- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 26 – 33 балів;

- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 21– 26 балів;

- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Вимоги до написання РГР надаються у вигляді методичних рекомендацій і розміщуються на платформі «Google Classroom».

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані лабораторні роботи, МКР і РГР.

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Якщо сума балів менша за 60, але виконані і зараховані лабораторні, МКР і РГР, студент виконує залікову роботу. У цьому разі сума балів за лабораторні, МКР і РГР та за залікову роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій роботі, та балів за лабораторні, МКР та РГР.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу.

Залікова робота оцінюється у 40 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до силабусу та однієї задачі.

Кожне запитання оцінюється в 15 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 14 - 15 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 11 - 14 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 9 - 11 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Задача оцінюється в 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна процедура вирішення (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та отримано вірну відповідь – 10 балів;
- «добре» – неповна процедура вирішення (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 9 балів;
- «задовільно» – невірна відповідь, неповна процедура вирішення (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 6-7 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Для заочної форми навчання

Поточний контроль: лабораторні роботи (20 балів), МКР (5 балів), РГР (35 балів). Структура МКР та РГР, вимоги до них та критерії оцінювання аналогічні як і для очної форми навчання і наведені вище.

Семестровий контроль: Залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР та РГР.

Студенти, які виконали умови допуску до заліку, виконують залікову роботу. Сума балів за МКР, РГР та за залікову роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Залікова робота оцінюється у 40 балів, як і для очної форми навчання. Критерії оцінювання наведено вище.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

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 змінного струму з реостатним керування в розімкненій системі в період пуску та гальмування.

Розрахунок та вибір автоматизованого електропривода з асинхронним двигуном із фазним ротором.

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 змінного струму.

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.

Складено: старший викладач кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів,
PhD, Мугенов Даніїл Джалільович

Ухвалено кафедрою АЕМК (протокол № 15 від 04.06.2025)

Погоджено Методичною комісією НН ІЕЕ (протокол №30 від 25.06.2025)

Питання для заліку з навчальної дисципліни «Електропривод»

1. Структура сучасного електроприводу.
2. Енергозбереження в електроприводі.
3. Класифікація електроприводів.
4. Механіка електроприводу. Рівняння руху.
5. Приведення моментів і сил.
6. Механічні характеристики електромеханічних перетворювачів.
7. Момент статичного опору: типи, класифікація робочих механізмів за характером зміни статичного моменту.
8. Статична стійкість електроприводу.
9. Регулювання координат електроприводу.
10. Структура енергетичного каналу електропривода.
11. Баланс потужностей потоків енергії силового каналу.
12. Коефіцієнт корисної дії електроприводу.
13. Схема підключення, основні рівняння ДПС НЗ.
14. Статичні характеристики і режими ДПС НЗ при $U=\text{const}$.
15. Регулювання координат ДПС НЗ у розімкнутих схемах.
16. Гальмівні режими ДПС НЗ.
17. Електропривод з ДПС послідовного збудження: схема підключення, основні рівняння.
18. Гальмівні режими ДПС послідовного збудження.
19. Електропривод з ДПС змішаного збудження.
20. Структурна схема ДПС незалежного збудження.
21. Електромеханічні перехідні процеси в двигунах з лінійною механічною характеристикою.
22. Електропривод із асинхронними двигунами: схеми, основні рівняння.
23. Регулювання координат асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором зміною параметрів напруги живлення.
24. Регулювання координат асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором зміною параметрів двигуна.
25. Регулювання координат асинхронних двигунів із фазним ротором.
26. Гальмівні режими асинхронних двигунів.
27. Електропривод із синхронними двигунами: схеми, основні рівняння.
28. Синхронна машина як компенсатор реактивної потужності.
29. Втрати потужності в нерегульованому електроприводі.
30. Коефіцієнт потужності електропривода.
31. Енергетичні характеристики регульованих електроприводів із ДПС незалежного збудження.
32. Енергетичні характеристики регульованих електроприводів з асинхронними двигунами.
33. Розрахунок потужності і вибір електродвигунів.
34. Перевірка двигунів по нагріванню прямим методом.
35. Перевірка двигунів по нагріванню методом середніх втрат.
36. Перевірка двигунів по нагріванню методом еквівалентних величин.
37. Характеристики тривалого режиму роботи S1.
38. Характеристики короткочасного режиму роботи S2.
39. Характеристики повторно-короткочасного режиму роботи S3.
40. Електромашинні перетворювачі електричної енергії.
41. Трифазний мостовий тиристорний перетворювач змінного струму в постійний.
42. Перетворювач постійного струму з імпульсним регулюванням напруги.
43. Перетворювач змінного струму з регулюванням напруги при постійній частоті (пристрій плавного пуску): схема, механічні характеристики АД.
44. Перетворювач частоти з ланкою постійного струму із тиристорним інвертором.

45. Перетворювач частоти з ланкою постійного струму із транзисторним інвертором.
46. Реверсивна схема перетворювача для приводу постійного струму на повністю керованих силових ключах.
47. Асинхронно-вентильний каскад із некерованим випрямлячем.
48. Асинхронно-вентильний каскад із інвертором напруги.
49. Асинхронний машинно-вентильний каскад із синхронним генератором.
50. Вентильний двигун постійного струму.
51. Вентильно-індукторний двигун.
52. Вентильний привод із двигуном постійного струму.