



# Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів

## Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна), заочна
Рік підготовки, семестр	5 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів / 150 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор та практичні заняття: ст. викл. Дубовик Володимир Григорович; e-mail: <a href="mailto:processor-wl@ukr.net">processor-wl@ukr.net</a> ; тел. +380 44-204-8225 (08:00 – 16:00)
Розміщення курсу	Доступно на платформі «Сікорський». Код доступу надається викладачем на першому занятті.

### Програма навчальної дисципліни

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

Метою дисципліни «Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів» є формування у студентів теоретичних та практичних знань щодо основних типів електромеханічних перетворювачів енергії, підвищення їх енергоефективності, принципи і системи керування електроприводом, основні тенденції розвитку і напрямку енергозбереження в електроприводі. При цьому студенти набувають конкретних знань, вмінь і навичок розрахунку, проектування та вибору автоматизованого електропривода для технологічних машин і механізмів з різними режимами роботи з урахуванням питань енергозбереження.

Предмет навчальної дисципліни складають електромеханічні властивості електропривода, процеси електромеханічного перетворення енергії, процеси енергоспоживання і енерговикористання електромеханічних систем, регулювання моменту та швидкості, статичні та динамічні режими, питання енергозбереження засобами електропривода. Дисципліна покликана сформувати у студентів системний підхід до вирішення актуальних задач вибору електрообладнання та керування технологічним процесом з підвищеним рівнем використання енергоресурсів. Дисципліна дає студенту знання та навички, необхідні для проектування та налагодження систем автоматичного управління, вирішення задач інтелектуального прийняття рішень у системах електротехнічного комплексу, покликана сформувати у студентів системний підхід до

вирішення актуальних задач прийняття певних рішень стосовно управління та керування технологічним процесом та оптимізації використання енергоресурсів.

Програмні результати навчання:

Після засвоєння навчальної дисципліни, згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

### **ЗНАННЯ:**

– основних тенденцій розвитку електропривода, схем і технічних характеристик сучасного електропривода, типових апаратів та принципів керування електроприводом з урахуванням питань енергозбереження, енергетичних властивостей та характеристик електропривода і напівпровідникових перетворювачів.

- законів розвитку складних електротехнічних комплексів;  
– методів розрахунку усталених і перехідних процесів у електромеханічних системах (EMC);

– методів розрахунку енергетичних процесів у EMC;  
– методів розрахунку теплових процесів у EMC;  
– методів моделювання систем електропривода та їх окремих складових;  
– основ електромагнітної сумісності електротехнічного обладнання;  
– методів дослідження електромеханічних властивостей EMC;  
- особливостей взаємодії матеріального, енергетичного, інформаційного, фінансового та розумового потоків електротехнічних комплексів;

- методів оцінки енергоефективності складових електротехнічних комплексів;  
- методів управління рівнем енергоефективності типових технологічних установок як комплексів з енергетичного потоку, вузла навантаження, напівпровідникового перетворювача, електромеханічного перетворювача, механічного перетворювача, виконавчого органу, матеріального потоку;

– розрахунків основних режимів роботи обертових електричних машин, використовуючи паспортні та каталожні дані;

- методів підвищення ступеню ідеальності складних технічних систем за рахунок підвищення ступеню вепольності обладнання та інтелектуалізації систем керування типовими електротехнічними установками.

### **УМІННЯ:**

– давати аналіз та опис процесів електромеханічного перетворення енергії промислових об'єктів, вибирати заходи та засоби енергозбереження і робити їх аналіз;

– оцінювати енергоефективність комплексу з мережі живлення, вузла навантаження, напівпровідникового перетворювача, електромеханічного перетворювача, механічного перетворювача, виконавчого органу, мережі матеріального потоку;

– складати словесні алгоритми підвищення ефективності роботи типових установок електротехнічних комплексів, формулювати функції цілей, формалізувати словесні алгоритми;

– вибирати методи підвищення енергетичної ефективності типових установок електротехнічних комплексів;

– аналізувати отримані результати;

– шукати, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел, продукувати нові ідеї для підвищення енергоефективності роботи типових установок електротехнічних комплексів.

– уміти самостійно працювати з навчально-методичною і довідковою літературою у галузі розробки і експлуатації систем автоматизації;

– уміти складати функціональні і структурні схеми з різними типами силових перетворювачів і електродвигунів;

– розраховувати усталені режими електропривода;

– розраховувати перехідні процеси в електроприводі аналітичним, графоаналітичним або графічним методами;

– розраховувати параметри енергетичних режимів роботи EMC;

– розраховувати параметри теплових режимів роботи електропривода;

– формувати та розраховувати моделі для електротехнічного обладнання;

- побудови , електромеханічних та механічних характеристик електропривода;
- вибору раціональних режимів роботи і експлуатації ЕМС;
- розрахунку та проектування автоматизованого електропривода;
- вибору раціонального типу електропривода для конкретної технологічної установки, потужності силового обладнання електропривода.
  - вибору потрібних електромеханічних пристроїв при вирішенні конкретних задач , враховуючи їх специфіку та галузі застосування;
  - проводити необхідні випробування електричних машин для отримання їх реальних параметрів та робочих характеристик;
  - практичного застосування методів моделювання і розрахунку теплових процесів електропривода;
  - проведення експериментальних досліджень і узагальнення їх результатів;
  - використання електровимірювальної апаратури;
  - самостійної роботи з навчальною, навчально-методичною і довідковою літературою у галузі електротехніки і суміжних дисциплін.
  - уміти враховувати соціально-політичні процеси України, правові, демократичні за-сади та етичні норми у виробничій або соціальній діяльності.

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

Вивчення дисципліни базується на знаннях отриманих студентами фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплінах "Вища математика", "Теоретичні основи електротехніки", "Електричні машини", "Електричний привод", "Автоматизований електропривод".

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів, тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
<b>Розділ 1. Енергетичні властивості електромеханічних систем і комплексів</b>					
Тема 1.1. Енергетичний канал електромеханічних систем	8	2	0	0	6
Тема 1.2. Енергетичні характеристики електромеханічних систем	9	2	0	0	7
Тема 1.3. Енергозбереження в електромеханічних системах засобами електропривода	16	4	2	0	8
Тема 1.4. Теплові режими роботи електропривода в електромеханічних системах.	10	2	2	0	8
Тема 1.5. Вплив якості енергетичного потоку на ефективність енерговикористання електротехнічних комплексів.	11	2	2	0	7
Тема 1.6. Вимірювання параметрів енергетичного потоку	13	4	2	0	7
<b>Розділ 2. Промислові електромеханічні системи і комплекси</b>					

Тема 2.1. Електромеханічні системи з електроприводом змінного струму	16	4	2	0	8
Тема 2.2. Електромеханічні системи з електроприводом постійного струму	9	2	0	0	7
Тема 2.3. Електромеханічні системи з регульованим електроприводом	14	4	2	0	6
<b>Розділ 3. Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів</b>					
Тема 3.1. Управління енергетичною ефективністю регульованих електроприводів електротехнічних комплексів	14	4	2	0	8
Тема 3.2. Управління енергетичною ефективністю типових установок електротехнічних комплексів	10	4	2	0	6
Тема 3.3. Електромеханічні системи і комплекси безперервної дії	10	2	2	0	8
Розрахунково-графічна робота	10				10
<b>Всього</b>	<b>150</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>96</b>

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література

1. Електропривод: Навч. посібник / О.М. Закладний, В.В. Прокопенко, О.О. Закладний. – К.: «Освіта України», 2009. – 351 с.
2. Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник. - К: Кондор, 2005. – 408 с.
3. 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. Піжов, Н. Д. Красношарпа, М. Я. Островерхов. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,57 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 198 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41950>
4. Шавьолкін О. О. Силові напівпровідникові перетворювачі енергії : навч. Посібник / О. О. Шавьолкін ; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М . Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М . Бекетова, 2015. – 403 с.
5. Загірняк М. В. 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.

##### Додаткова література

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Автоматизований електропривод" для студентів спеціальностей 7.090603 «Електротехнічні системи електроспоживання». - К.: НТУУ «КПІ», 2006. – 58 с.
2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Енергозбереження засобами промислового електропривода» для студентів спеціальності 7.092203 «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» і 7.000008 «Енергетичний менеджмент». - К.: НТУУ «КПІ», 2005. – 72 с.

3. Худолій С.С. та ін. Методичні рекомендації до практичних робіт з дисципліни «Енергоефективність та надійність електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем» для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2021. – 13 с

4. Навчальний посібник за курсом "Автономні перетворювачі" для студентів спеціальності 7.090803, 8.090803 "Електронні системи" денної і заочної форм навчання / Укладачі: О.О. Махно, В.В. Семенов, О.В. Будьонний, Н.А. Омельчук / За редакцією В.Я. Жуйкова – Запоріжжя: ЗДІА, 2009. – 126 с.

5. Автономні перетворювачі та перетворювачі частоти: Навчальний посібник/ М.М.Казачковський. - Дніпропетровськ: НГА України, 2000. - 197 с.

6. Автоматизація виробничих процесів у гірничій промисловості: Навч. посіб. / В.С. Лісовський, О.М. Закладний, М.Г. Борисюк та ін. – К.: Факт, 2001. – 164 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 вивчення є базова літератур [1]-[5]. Базова література, що є обов'язковою 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)

Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Викладання проводиться у формі лекцій та практичних занять. При виконанні практичних занять застосовується робота в команді.

Тиждень	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
1	<b>Лекція 1. Енергетичний канал електромеханічних систем.</b> Структура енергетичного каналу електромеханічної системи. Баланс потужностей потоків енергії енергетичного каналу. <b>Література: [1]</b>
2	<b>Лекція 2. Енергетичні характеристики електромеханічних систем</b> Втрати потужності в нерегульованому електроприводі. Втрати потужності в регульованому електроприводі. Коефіцієнт корисної дії. Коефіцієнт потужності в електроприводі. Втрати електроенергії в електромеханічних системах в динамічних режимах. <b>Література: [1]</b>
3	<b>Лекція 3. Енергозбереження в електромеханічних системах засобами електропривода.</b> Використання енергозберігаючого електропривода. Усунення проміжних передач. Вибір раціонального типу електропривода для конкретної технологічної установки. <b>Література: [1]</b>
4	<b>Лекція 4. Енергозбереження в електромеханічних системах засобами електропривода.</b>

	Вибір раціональних режимів роботи та експлуатації електроприводів. Енергозберігаючі аспекти застосування регульованого електропривода в електромеханічних системах. <b>Література: [1]</b>
5	<b>Лекція 5. Теплові режими роботи електропривода в електромеханічних системах.</b> Втрати потужності. Нагрівання двигуна. Рівняння теплового балансу та нагрівання двигуна. Теплові режими роботи двигунів електромеханічних систем. Вибір потужності двигуна. Методи еквівалентного струму, потужності та моменту. Навантажувальні діаграми електропривода електромеханічних систем. <b>Література: [2]</b>
6	<b>Лекція 6. Вплив якості енергетичного потоку на ефективність енерговикористання електротехнічних комплексів.</b> Відхилення напруги. Коливання напруги. Несиметрія напруги. Несинусоїдальність напруги. Втрати електроенергії за рахунок відхилення якості напруги від нормованих значень. <b>Література: [2]</b>
7	<b>Лекція 7. Вимірювання параметрів енергетичного потоку</b> Вимірювання коефіцієнта спотворення синусоїдальності, коефіцієнт гармонічних складових, коефіцієнт несиметрії напруг зворотньої та нульової послідовностей, коефіцієнт перенапруги, імпульсні перевантаження. <b>Література: [3]</b>
8	<b>Лекція 8. Вимірювання параметрів енергетичного потоку</b> Вимірювання електричних параметрів електроприводів. Вимірювання відхилення, розмаху, інтервалу, дози Флікера. <b>Література: [3]. Модульна контрольна робота 1</b>
9	<b>Лекція 9. Електромеханічні системи з електроприводом змінного струму.</b> Електропривод з асинхронними двигунами. Принципова схема асинхронних двигунів з фазним і короткозамкненим ротором, принцип роботи. Рівняння електромеханічної характеристики. Створення спеціальних схемних рішень нерегульованих електроприводів з АД для підвищення енергетичних показників. <b>Література: [3]</b>
10	<b>Лекція 10. Електромеханічні системи з електроприводом змінного струму.</b> Особливості асинхронного привода. Електропривод з синхронними двигунами. Схема СД та принцип роботи. Кутова характеристика та перевантажна спроможність СД. Використання синхронної машини як компенсатора реактивної потужності для підвищення енергетичних показників. Особливості синхронного електропривода. <b>Література: [3]</b>
11	<b>Лекція 11. Електромеханічні системи з електроприводом постійного струму.</b> Електропривод з двигунами постійного струму (ДПС). Принципова, функціонально-логічна та структурні схеми ДПС. Принцип роботи. Регулювання швидкості ДПС. Принципова схема двигунів послідовного та змішаного збудження. Універсальні характеристики – швидкісна та електромагнітна. Природні характеристики. Регульовальні властивості. <b>Література: [4]</b>
12	<b>Лекція 12. Електромеханічні системи з регульованим електроприводом.</b> Електромеханічні системи з регульованим електроприводом змінного струму. Частотно-регульований електропривод. Принципи широтно-імпульсної (ШІМ) модуляції і формування вихідної напруги. Векторне керування асинхронним електроприводом. Асинхронний електропривод з реалізацією енергії ковзання. Фазове керування асинхронним двигуном. Вентильні двигуни постійного та змінного струму. Порівняльний аналіз схем. <b>Література: [4]</b>
13	<b>Лекція 13. Електромеханічні системи з регульованим електроприводом.</b> Схеми та засоби керування вентильними двигунами. Електромеханічні системи з регульованим електроприводом постійного струму. Система тиристорний пере-

	<p>творювач-двигун. Підвищення енергетичних показників та зменшення впливу на мережу електроприводів з напівпровідниковими перетворювачами.</p> <p><b>Література: [5]</b></p>
14	<p><b>Лекція 14. Управління енергетичною ефективністю регульованих електроприводів електротехнічних комплексів.</b> Напрямки підвищення енергоефективності регульованих електроприводів. Показники енергетичної ефективності регульованих електроприводів. Методика оцінки енергетичної ефективності регульованих електроприводів. Управління енергетичною ефективністю за допомогою магнітного потоку електродвигунів. Управління за мінімумом електромагнітних втрат, повних втрат, мінімумом струмів статора, мінімуму узагальненого показника якості. <b>Література: [2,5]. Модульна контрольна робота 2</b></p>
15	<p><b>Лекція 15. Управління енергетичною ефективністю регульованих електроприводів електротехнічних комплексів.</b> Напрямки підвищення енергоефективності регульованих електроприводів. Показники енергетичної ефективності регульованих електроприводів. Методика оцінки енергетичної ефективності регульованих електроприводів. Управління енергетичною ефективністю за допомогою магнітного потоку електродвигунів. Управління за мінімумом електромагнітних втрат, повних втрат, мінімумом струмів статора, мінімуму узагальненого показника якості. <b>Література: [1,2,3]</b></p>
16	<p><b>Лекція 16. Управління енергетичною ефективністю типових установок електротехнічних комплексів</b></p> <p>Електропривод підйомних механізмів. Кранові механізми. Кінематичні схеми. Режими роботи. Системи електроприводу підйомних кранів. Схеми керування крановим електроприводом за допомогою кулачкових та магнітних контролерів. Безконтактні схеми керування. Підйомні установки. Кінематичні схеми. Режими роботи. <b>Література: [3,4]</b></p>
17	<p><b>Лекція 17. Управління енергетичною ефективністю типових установок електротехнічних комплексів</b></p> <p>Функціональні схеми САР підйомом. Принципи керування. Ліфтові установки. Кінематичні схеми ліфтових установок з верхнім та нижнім розташуванням електропривода. Схеми електропривода. Схеми тихохідних та швидкохідних ліфтів. Принципи керування. Схема пасажирського ліфта з селекторною системою керування. Схема пасажирського ліфта з селекторною системою керування. <b>Література: [1,3]</b></p>
18	<p><b>Лекція 18. Електромеханічні системи і комплекси безперервної дії</b></p> <p>Електропривод транспортних механізмів безперервної дії. Конвеєри. Вимоги до електропривода. Електропривод конвеєрів та схеми керування. Вибір потужності двигуна. Принципи керування швидкістю руху стрічки конвеєрів. Ескалатори. Електропривод та керування. Електропривод турбомеханізмів. Вентилятори (доцентрові та осьові), компресори та насоси. Принципи регулювання продуктивності. Типові схеми керування електроприводом вентиляторів компресорів та насосів. <b>Література: [1,3]</b></p>

### Практичні заняття

Практичні заняття дають можливість оволодіти розрахунковими методами, розвинути самостійність у застосуванні теоретичних знань. Успіх занять забезпечується постановкою задач, які вимагають застосування як стандартних методів, так і відшукування нестандартних підходів до розв'язання, аналізом отриманих результатів. Задачі, які розв'язуються на практичних заняттях, ілюструють загальнофізичні і розрахунково-теоретичні положення курсу і підбираються з урахуванням специфіки майбутнього фаху студентів. Головний акцент при проведенні



практичних занять робиться на розвиток самостійного логічного мислення у студента і навичок використання розрахункових методів. Практичні заняття з дисципліни проводяться викладачем згідно навчального плану. Основною ціллю практичних занять є закріплення теоретичних положень дисципліни “Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів»” і набуття умінь їх практичного застосування шляхом виконання певних відповідно сформульованих завдань.

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
<b>Практичне заняття 1</b>	Вибір раціонального типу електропривода для конкретної технологічної установки. Вибір раціональних режимів роботи та експлуатації електроприводів. Перехід від нерегульованого електропривода до регульованого.
<b>Практичне заняття 2</b>	Критерії вибору потужності двигуна. Методи еквівалентного струму, потужності та моменту. Вибір потужності двигуна при тривалому, короткочасному та повторно-короткочасному режимах роботи. Перевірка вибраного двигуна.
<b>Практичне заняття 3</b>	Несиметрія напруги. Несинусоїдальність напруги. Втрати електроенергії за рахунок відхилення якості напруги від нормованих значень.
<b>Практичне заняття 4</b>	Вимірювання та реєстрація параметрів струму та потужності. Вимірювання електричних параметрів електроприводів.
<b>Практичне заняття 5</b>	Електропривод з асинхронними двигунами. Рівняння електромеханічної характеристики. Електропривод з синхронними двигунами (СД). Кутова характеристика та перевантажна спроможність СД .
<b>Практичне заняття 6</b>	Функціональні та принципові схеми частотно-регульованого електропривода. Принципи широтно-імпульсної (ШІМ). Схеми та принцип роботи. Підвищення енергетичних показників та зменшення впливу на мережу електроприводів з напівпровідниковими перетворювачами.
<b>Практичне заняття 7</b>	Показники та методика оцінки енергетичної ефективності регульованих електроприводів. Управління енергетичною ефективністю за мінімумом електромагнітних втрат, повних втрат, мінімумом струмів статора, мінімуму узагальненого показника якості напруги.
<b>Практичне заняття 8</b>	Електропривод підйомних механізмів. Кінематичні схеми. Режими роботи. Функціональні схеми САР підйому. Принципи керування.
<b>Практичне заняття 9</b>	Принципи керування швидкістю руху стрічки конвеєрів. Схеми електропривода. Принципи регулювання продуктивності електроприводом вентиляторів, компресорів та насосів.

## 6. Самостійна робота студента

*Самостійна робота студента передбачає:*  
 підготовку до аудиторних занять – 68 год;  
 підготовку до модульної контрольної роботи – 4 год;  
 підготовку до екзамену – 24 год.

## Політика та контроль

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

Політика навчальної дисципліни “Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів” заснована на корпоративній 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 добросес-



ність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни “Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів” потребує: підготовки до практичних занять; підготовки до лабораторних занять; виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс “Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів” на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; тести, які потрібно виконати за лекціями; методичні рекомендації до виконання практичних робіт та розрахунково-графічної роботи; варіанти залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПП».

Під час проходження курсу “Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів” студенти зобов’язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі “Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів” на платформі «Сікорський».

Усі без виключення студенти зобов’язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (видання, що входить до Scopus або WebofScience) або 6 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 3 бали. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

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

**Поточний контроль:** завдання в рамках практичного заняття (9 практичних занять × 5 бал = 45 балів), МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 15 балів). МКР виконується у вигляді тесту. Тест студент виконує безпосередньо на лекційному занятті, за 5-10 хвилин до його закінчення. По закінченню заняття тест закривається і не підлягає переписуванню або виконанню дома. Тест містить 15 запитань і декілька відповідей до кожного з них, одна з яких вірна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал.

Завдання в рамках практичного заняття оцінюються в 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 4-3 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 2-1 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

**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:** Іспит. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані практичні, МКР.

Розрахунок шкали (RC) рейтингу:

$$RC(\max) = 45 + 15 = 60 \text{ балів}$$

RC(min) = 25 + 5 = 30 балів.

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

Теоретичне запитання оцінюються в 12 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 12 – 10 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 9 – 7 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 6 – 5 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Задача оцінюється в 16 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 16 – 14 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 13 – 10 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 9 – 6 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Для заочної форми навчання

**Поточний контроль:** МКР (30 балів), практичні (3 x 10 = 30 балів). Структура МКР та РГР, вимоги до них та критерії оцінювання аналогічні як і для очної форми навчання і наведені вище.

**Семестровий контроль:** Іспит. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР та практичні.

Екзаменаційна 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
Не виконані умови допуску	Не допущено

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

Перелік питань, які вносяться на семестровий контроль, наведено у додатку А 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. Одна година 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.

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

**Складено:** ст. викладач Дубовик Володимир Григорович

Ухвалено на засіданні кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів (протокол № 18 від 24.06.24 р.)

Погоджено методичною комісією НН ІЕЕ (протокол №21 від 25 червня 2024 р.)

### Додаток А до силябусу освітнього компонента курсу

#### “Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів”

#### Перелік завдань, що виносяться на семестровий контроль

#### ДОДАТОК А ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ З КУРСУ

1. Відхилення напруги, коливання напруги, несиметрія напруги, Несинусоїдальність напруги.
2. Втрати електроенергії за рахунок відхилення якості напруги від нормованих значень.
3. Вимірювання коеф. спотворення синусоїдальності. коеф. гармонічних складових, коеф. несиметрії напруг зворотної та нульової послідовностей, коеф. перенапруги, імпульсного перевантаження.
4. Вимірювання електричних параметрів електроприводів.
5. Визначення завантаження елементів електричної мережі.
6. Контроль перехідних опорів та витікання струмів.
7. Основи вибору потужності електроприводу
8. Втрати енергії в сталих режимах роботи електроприводу постійного струму.
9. Втрати енергії в сталих режимах роботи електроприводу змінного струму.
10. Втрати енергії в перехідних процесах роботи електроприводу постійного струму.
11. Втрати енергії в перехідних процесах роботи електроприводу змінного струму.
12. Втрати енергії в процесі пуску електроприводу постійного струму.
13. Втрати енергії в процесі пуску електроприводу змінного струму.
14. Залежність компенсуючого ефекту від рівня несинусоїдальності.
15. Напрямки та задачі підвищення енергоефективності регульованих електроприводів.
16. Показники енергетичної ефективності регульованих електроприводів.
17. Методика оцінки енергетичної ефективності регульованих електроприводів.
18. Управління енергетичною ефективністю електромеханічних перетворювачів за допомогою магнітного потоку електродвигунів.
19. Управління за мінімумом електромагнітних втрат.
20. Управління за мінімумом повних втрат.
21. Управління за мінімумом струмів статора.
22. Управління за мінімумом узагальненого показника якості.
23. Управління енергоефективністю конвеєрних установок.
24. Управління енергоефективністю вентиляційних установок.
25. Управління енергоефективністю насосних установок.
26. Управління енергоефективністю підйомних установок.
27. Номінальні втрати в електродвигуні.
28. Економія електроенергії в підйомних установках.
29. Економія електроенергії в вентиляторних установках.
30. Економія електроенергії в насосних установках.
31. Економія електроенергії в компресорних установках.
32. Економія електроенергії в конвеєрних установках.

33. Основні показники ефективності використання енергії в конкретних секторах економіки.
34. Ефективність використання та перетвореної енергії природних енергетичних ресурсів.
35. Енергоефективність за рахунок організаційних, технічних і економічних заходів. ефективних шляхів реалізації енергозберігаючих стратегій.
36. Підвищення енергоефективності в рамках єдиного комплексу: енергетика, економіка, екологія.
37. Ефективність використання енергії за рахунок реалізації програм енергозбереження і керування енергоспоживанням.
38. Базова інформація і джерела для проведення енергетичного обстеження.
39. Призначення програми Project Expert?
40. Завдання, що вирішуються при використанні програми Project Expert?
41. Управління режимами енерговикористання завдяки цифровій обробці інформації для систем опалення, вентиляції, кондиціонування, освітлення та ін.
42. Основні шляхи зменшення питомих енерговитрат та економія паливно-енергетичних ресурсів, собівартості продукції та підвищення її конкурентоспроможності.
43. Особливості керування енерговикористанням за рахунок ефективної стратегії і тактики активного електрозбереження структурою генеруючих потужностей.
44. Керування енерговикористанням за рахунок інтегральної, багатокритеріальної та двоетапної оптимізації режимів електричних мереж.
45. Керування навантаженням для зменшення вартості послуг та підвищення ефективності й надійності системи.
46. Керування режимами енерговикористання з можливістю адаптуватися до змін у роботі підприємства, устаткування та погодніх умов.
48. Особливості застосування нетрадиційної енергетики для задоволення побутових і виробничих потреб людини і підприємств.
49. Особливості систем акумуляування на основі водню для одержання теплової і електричної енергії з оптимальними характеристиками, стабільного енергопостачання
50. Завдання енергозбереження і техніко-економічного аналізу для вибору нових пріоритетів та постановка задачі на зниження споживання енергоресурсів;