



# ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ - 1

## 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	Електричні машини і апарати (electric machines and apparatus)
Статус дисципліни	Цикл професійної підготовки
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	II курс, весняний
Обсяг дисципліни	210 годин / 7 кредитів ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР/РГР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Васьковський Юрій Миколайович, тел. 0501022010 Практичні: доцент, к.т.н. Гераскін О.А. Лабораторні: асистент Бобер В.А
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс Moodle <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=883">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=883</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Електричні машини 1» складено відповідно до Освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти підготовки бакалавра за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та спеціалізацію «Електричні машини і апарати».

**Метою навчальної дисципліни** є вивчення студентами загальних питань теорії електричних машин змінного струму, конструкції, принципу дії, фізичних процесів в асинхронних машинах та їх параметрів і характеристик, типових методів розрахунку і дослідження асинхронних машин.

**Предметом навчальної дисципліни** є сукупність конструктивних параметрів та експлуатаційних характеристик сучасних асинхронних машин, методи їх дослідження та розрахунку.

**Програмні результати навчання:**

**Компетенції:** Здатність ефективно виконувати фахові обов'язки, виробничі функції та вирішувати типові задачі діяльності фахівця в сфері розрахунку, виробництва та експлуатації асинхронних машин змінного струму в рамках освітньої програми "Електричні машини і апарати", які передбачені для первинних посад у певному виді економічної діяльності.

**Знання:** Принципів побудови та конструкції сучасних асинхронних машин, типових методик, алгоритмів та програмного забезпечення для розрахунку їх параметрів і характеристик.

**Уміння:** Планувати і виконувати типові інженерно-технічні задачі щодо розробки та експлуатації сучасних асинхронних машин змінного струму, критично аналізувати результати власної інженерно-технічної діяльності у контексті усього комплексу сучасних знань щодо асинхронних машин змінного струму.

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

**Пререквізити:** успішне засвоєння дисципліни базується на знаннях, отриманих студентом під час вивчення таких дисциплін, як «Фізика», «Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки», «Силові трансформатори».

**Постреквізити:** В структурно-логічній схемі навчального плану підготовки бакалаврів дисципліна «Електричні машини 1» забезпечує подальше вивчення таких дисциплін, як «Електричні машини 2», «Основи автоматизованого проектування електричних машин», «Виробництво та експлуатація електричних машин», «Математичне моделювання електричних машин».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Дисципліна структурно складається з 2-х змістовних модулів, а саме:*

*Змістовий модуль 1. Загальні питання теорії машин змінного струму.*

*Тема 1.1. Вступ. Роль та значення електричних машин (ЕМ). Класифікація електричних машин змінного струму.*

*Тема 1.2. Основні види, конструкції та загальний принцип дії ЕМ змінного струму.*

*Тема 1.3. Фізичні закони електромеханічного перетворення енергії в ЕМ.*

*Тема 1.4. Електрорушійні сили (ЕРС) обмоток змінного струму.*

*Тема 1.5. Обмотки машин змінного струму.*

*Тема 1.6. Магніторушійні сили (МРС), магнітні поля та індуктивні опори обмоток змінного струму.*

*Змістовий модуль 2. Режим роботи та спеціальні типи трансформаторів.*

*Тема 2.1. Конструкція, принцип дії та математична модель асинхронної машини (АМ)..*

*Тема 2.2. Векторна і енергетична діаграма АМ та режими роботи АМ.*

*Тема 2.3. Обертаючі моменти та механічні характеристики АМ.*

*Тема 2.4. Пуск та регулювання частоти обертання асинхронних двигунів.*

*Тема 2.5. Робота трифазних асинхронних двигунів при неномінальних умовах.*

*Тема 2.6. Однофазні асинхронні двигуни.*

*Тема 2.7. Спеціальні типи асинхронних машин*

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Основні інформаційні ресурси:

1. Андрієнко В.М., Куєвда В.П. *Електричні машини*. Київ, НУХТ, 2010. – 366 с.

2. Вольдек А.И. *Электрические машины*. М.-Л.: Энергия, 1978. – 832 с.

3. Читечян В.И. *Электрические машины. Сборник задач*. М.: Высшая школа, 1988. – 231 с.

4. Данку А., Фаркаш А., Надь Л. *Электрические машины. Сборник задач и упражнений*. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 362 с.

5. *Електричні машини. Розділ Асинхронні машини (методичні вказівки і контрольні задачі до практичних занять для студентів ОКР “бакалавр” напряму підготовки 6.050702 “Електромеханіка”) // Електронне навчальне видання з грифом ФЕА НТУУ «КПІ», протокол засідання ради ФЕА №7 від 25.02.2013 р. 37 с.*

6. *Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, розділи «Трансформатори», «Асинхронні машини». // Реуцький М.О., Анпілогов М.Г., Давидов О.М., Дубчак Є.М. К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 54с.*

Додаткові інформаційні ресурси:

8. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина IV. Трансформатори: навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 219 с

9. Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. II.: Энергия, ч. 2, 1972. – 543 с.

**Навчальний контент**

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

**Лекційні заняття:**

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<b>Лекція 1.</b> Вступ. Роль та значення електричних машин. Основні задачі дисципліни. Роль та значення ЕМ у сучасній електротехніці. Класифікація електричних машин змінного струму. Література: Гл. 1, с. 23- 27
2	<b>Лекція 2.</b> Основні види, конструкція та загальний принцип дії ЕМ змінного струму. Основні конструктивні виконання, вузли конструкції та загальний принцип дії ЕМ змінного струму. Література: [1] с.366-384.
3	<b>Лекція 3.</b> Фізичні закони електромеханічного перетворення енергії в ЕМ. Закон електромагнітної індукції та сила Ампера. Умови односпрямованого перетворення енергії в ЕМ. Література: [2], Гл.19, с.163-167; Гл.21, с.187-193. Завдання на СРС: Принцип оборотності ЕМ – режими генератора і двигуна електричної машини.
4	<b>Лекція 4.</b> Створення рухомих магнітних полів в ЕМ. Поняття рухомих магнітних полів. Обертові поля. Дві умови створення полів в 2-х і 3-х фазних системах обмоток. Література: [1], Гл.14, с.274-296; [3], с.34-46. Завдання на СРС: Біжучі магнітні поля.
5	<b>Лекція 5.</b> Будова багатополюсних обмоток змінного струму. Електрорушійні сили (ЕРС) провідника, витка, котушки, котушкової групи. Коефіцієнти укорочення і розподілення котушкових груп. Література: [1], Гл.20, с.385-402. Завдання на СРС: Взаємозв'язок розміру полюсної поділки та швидкості руху обертового магнітного поля.
6	<b>Лекція 6.</b> ЕРС багатозфазних обмоток ЕМ. ЕРС 1-, 2- та 3-фазної обмоток. Обмотувальний коефіцієнт обмотки. Література: [1], Гл.20, с.385-402.
7	<b>Лекція 7.</b> ЕРС обмоток від вищих гармонік магнітного поля. Обмотувальний коефіцієнт для вищих гармонік магнітного поля. Способи зменшення ЕРС від вищих гармонік магнітного поля. Література: [1], Гл.20, с.385-402.

	<i>Завдання на СРС: Розкладання кривої ЕРС обмотки в ряд Фур'є.</i>
8	<p><b>Лекція 8.</b> ЕРС обмоток від зубцевих гармонік поля. Визначення номеру зубцевих гармонік та їх обмотувального коефіцієнту. Скіс пазів – основний спосіб боротьби з зубцевими гармоніками. Коефіцієнт скосу та визначення ЕРС з урахуванням скосу пазів. Вибір оптимальної величини скосу пазів.</p> <p>Література: [1], Гл.20, с.385-423.</p> <p>Завдання на СРС: Скіс пазів в магнітопроводах статора і ротора.</p>
9	<p><b>Лекція 9.</b> Способи побудови схем обмоток змінного струму. Класифікація обмоток змінного струму. Одношарові та двошарові обмотки змінного струму. Концентричні одношарові обмотки.</p> <p>Література: [1], Гл.20, с. 415-423.</p> <p>Завдання на СРС: Двох- та трьох площинні конструкції лобових частин концентричних обмоток.</p>
10	<p><b>Лекція 10.</b> Двошарові петльові обмотки. Петльові обмотки з цілим та дробовим числом пазів на полюс та фазу. Паралельні гілки обмоток.</p> <p>Література: [1], Гл.20, с. 415-423.</p> <p>Завдання на СРС: Приклади схем петльових обмоток.</p>
11	<p><b>Лекція 11.</b> Двошарові хвильові обмотки. Хвильові обмотки з цілим та дробовим числом пазів на полюс та фазу.</p> <p>Література: [1], Гл.20, с. 415-423.</p> <p>Завдання на СРС: Приклади схем хвильових обмоток.</p>
12	<p><b>Лекція 12.</b> Магніторушійні сили (МРС) обмоток змінного струму. Магніторушійні сили 1-, 2- та 3-фазної обмоток. Побудова кривих МРС обмоток.</p> <p>Література: [1], Гл.22, с.430-446.</p> <p>Завдання на СРС: Криві МРС для різних моментів часу.</p>
13	<p><b>Лекція 13.</b> Магнітні поля в електричних машинах. Магнітні поля обмоток змінного струму. Магнітне поле взаємоіндукції та магнітні поля пазового, лобового та диференційного розсіювання обмоток. Головні індуктивні опори та індуктивні опори розсіювання обмоток.</p> <p>Література:[1], Гл.19, с. 360-363. Гл.23, с.452-468; [2], Гл.24, с.221-238; Гл.25, с.238-260.</p> <p>Завдання на СРС: Вирази для магнітної провідності магнітних потоків розсіювання.</p>
14	<p><b>Лекція 14.</b> Обертові хвилі МРС. Представлення пульсуючої МРС як суми двох обертових МРС різного напрямку руху. Обертові хвилі МРС вищих гармонік та визначення напрямку їх руху. Поняття про струмове лінійне навантаження.</p> <p>Література: [1], Гл. 19, с.365- 380.</p> <p>Завдання на СРС: Розрахунок магнітного кола машини змінного струму.</p>
15	<p><b>Лекція 15.</b> Конструкція та принцип дії АМ з короткозамкненим ротором. Конструкція та переваги АМ з короткозамкненим ротором. Число фаз ротора. Принцип дії та ковзання.</p> <p>Література: [1], Гл.19, с.357-359.</p> <p>Завдання на СРС: АМ з литими обмотками ротора.</p>
16	<p><b>Лекція 16.</b> Конструкція та принцип дії АМ з фазним ротором.</p>

	<p>Конструкція та переваги АМ з фазним ротором. Принцип дії. Література: [1], Гл.19, с.359-361. Завдання на СРС: Кранові асинхронні двигуни з фазним ротором.</p>
17	<p><b>Лекція 17.</b> АМ при нерухомому роторі. АМ при нерухомому роторі в режимах ХХ і КЗ. Приведення обмотки ротора до обмотки статора. АМ при нерухомому роторі в режимі навантаження. Література: [1], Гл.24, с.475-484. Завдання на СРС: Індукційний регулятор напруги.</p>
18	<p><b>Лекція 18.</b> АМ при рухомому роторі. АМ як трансформатор узагальненого типу. Рівняння напруг АМ. Зведення робочого процесу рухомої АМ до робочого процесу при нерухомому роторі. Частота струму і ЕРС в обмотці ротора. Література: [1], Гл.24, с.484-488. Завдання на СРС: Схема заміщення АМ з урахуванням втрат в сталі.</p>
19	<p><b>Лекція 19.</b> Математична модель АМ. Обґрунтування Т- подібної схеми заміщення АМ та її параметри. Обґрунтування Г- подібної схеми заміщення АМ та її параметри. Література: [1], Гл.24, с.488-494. Завдання на СРС: Фізичний зміст С коефіцієнту Г- подібної схеми заміщення</p>
20	<p><b>Лекція 20.</b> Режими роботи АМ. Визначення двигунного, генераторного та гальмівного режимів роботи АМ. Експериментальне та розрахункове визначення робочих характеристик асинхронного двигуна. Література: [1], Гл.24, с.494-500. Завдання на СРС: Визначення <math>\cos\phi</math> по схемі заміщення.</p>
21	<p><b>Лекція 21.</b> Векторна діаграма АМ. Теоретичні основи побудови векторних діаграм АМ. Векторні діаграми в двигунному та генераторному режимах роботи. Література: [1] Гл.24, с.500-509; [2], Гл.3, с.45-71. Завдання на СРС: Векторна діаграма АМ в гальмівному режимі роботи.</p>
22	<p><b>Лекція 22.</b> Втрати, ККД та енергетична діаграма АМ. Визначення основних складових втрат і ККД в АМ. Енергетичні діаграми в різних режимах роботи. Література: [1] Гл.25, с.509-518, [3] Гл.3, с.134-139 Завдання на СРС: Втрати в роторі в гальмівному режимі роботи.</p>
23	<p><b>Лекція 23.</b> Поняття про колову діаграму АМ. Теоретичні основи побудови колової діаграми АМ. Література: [2] Гл. 43, с. 422-426. Завдання на СРС: Побудова робочих характеристик асинхронного двигуна по коловій діаграмі.</p>
24	<p><b>Лекція 24.</b> Електромагнітний момент АМ та механічна характеристика АМ. Загальне математичне визначення виразу для електромагнітного моменту та його аналіз. Визначення механічної характеристики АМ. Література: [1] Гл.25, с.509-518. Завдання на СРС: Відмінність величини максимального електромагнітного моменту в двигунному і генераторному режимах роботи.</p>
25	<p><b>Лекція 25.</b> Аналіз механічної характеристики АМ. Вирази для максимального та пускового моментів асинхронного двигуна (АД). Перевантажувальна</p>

	<p>здатність. Незалежність максимального моменту від активного опору ротора. Баланс електромагнітного моменту і моменту навантаження. Умови стійкої роботи АМ.</p> <p>Література: [1] Гл.25, с.518-524.</p> <p>Завдання на СРС: Формула Клосса.</p>
26	<p><b>Лекція 26.</b> Додаткові електромагнітні моменти в АМ. Асинхронні паразитні електромагнітні моменти від вищих гармонік магнітного поля. Синхронні паразитні електромагнітні моменти.</p> <p>Література: [1] Гл.25, с.524-529.</p> <p>Завдання на СРС: Механічні характеристики АМ для вищих гармонік поля.</p>
27	<p><b>Лекція 27.</b> Пуск АД. Пуск короткозамкнених АД. Кратність пускового струму. Реакторний та автотрансформаторний пуск потужних АД. Пуск АД з фазним ротором.</p> <p>Література: [1] с.518-583; [2] с.121-127; с.140-172.</p>
28	<p><b>Лекція 28.</b> Регулювання частоти обертання асинхронних двигунів. Регулювання напруги живлення та активного опору ротора. АД з перемиканням кількості пар полюсів. Переваги та недоліки зазначених способів керування.</p> <p>Література: [1] с.563-583; [2] с.121-127; Гл.6, с.140-172.</p> <p>Завдання на СРС: Сфери практичного використання полюсоперемикаючих АД.</p>
29	<p><b>Лекція 29.</b> Частотне та векторне керування швидкістю АД. Закони частотного керування при незмінному моменті і потужності.</p> <p>Література: [1] с.563-583; [2] с.121-127; Гл.6, с.140-172.</p> <p>Завдання на СРС: Загальні вимоги до перетворювачів частоти.</p>
30	<p><b>Лекція 30.</b> Робота АД при несиметричній первинній нарузі живлення. Метод симетричних складових. Опори прямого, зворотного і нульового порядку чергування фаз. Вплив несиметрії напруги живлення на механічну характеристику.</p> <p>Література: [1] с.602-611; [5] с. 179-185</p> <p>Завдання на СРС: Механічні характеристики АД при однофазному живленні трифазної обмотки.</p>
31	<p><b>Лекція 31.</b> Робота АД при несиметрії параметрів обмотки ротора. Вплив несиметрії параметрів ротора на механічну характеристику АМ. Проблема пуску АД з ушкодженим ротором.</p> <p>Література: [1] с.596-602.</p> <p>Завдання на СРС: Види ушкоджень короткозамкненої обмотки ротора АД.</p>
32	<p><b>Лекція 32.</b> Асинхронні двигуни з витісненням струму в обмотці ротора. АД з глибокими пазами ротора і АД з подвійною кліткою ротора.</p> <p>Література: [1], Гл.26, с.551-556; Гл.27, с.551-563; [2], Гл.5, с. 127-135.</p> <p>Завдання на СРС: Конструкція лобових частин АД з подвійною кліткою ротора.</p>
33	<p><b>Лекція 33.</b> Однофазні АД. Основи теорії однофазних асинхронних двигунів. Робота трифазного АД в однофазному режимі. Способи пуску однофазних асинхронних двигунів. Однофазний АД з пусковою обмоткою.</p> <p>Література: [1] с.602-611; [5] с. 179-185.</p>

	<i>Завдання на СРС: Конструкція однофазних АД.</i>
34	<b>Лекція 34.</b> Конденсаторний однофазний АД. Умови створення кругового обертового поля в конденсаторному АД. Вибір величини ємності. Енергетичні показники. Література: [1] с.602-611; [5] с. 179-185.
35	<b>Лекція 35.</b> Спеціальні типи АМ. Автономний асинхронний генератор з ємнісним збудженням. Асинхронний двигун з масивним ротором. Лінійний АД. Література: [1] с.587-592;
36	<b>Лекція 36.</b> Модульна контрольна робота №2

**Практичні заняття:** На практичних заняттях методика виконання типових розрахунків повинна ставати робочим інструментом, який студент може використовувати в подальшій роботі. Темі практичних занять:

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<b>Заняття 1.</b> Розрахунки ЕРС обмоток машин змінного струму. Література: [4], с. 46-49; с. 71- 77, [7]. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
2	<b>Заняття 2.</b> Схеми одношарових обмоток машин змінного струму. Література: [4],с.42-45;[6],с.23-24, [7]. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
3	<b>Заняття 3.</b> Схеми двошарових обмоток машин змінного струму. Література: [4],с.42-45;[6],с.23-24, [7]. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
4	<b>Заняття 4.</b> Розрахунки МРС обмоток машин змінного струму. Література: [4], с. 46-49; ;[6] с. 71- 77, [7]. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
5	<b>Заняття 5.</b> Схеми заміщення та векторні діаграми асинхронної машини. Розв'язання задач. Література: [4], с.82-88; [6], с.74-78, [7]. Завдання на СРС: Розв'язання задач
6	<b>Заняття 6.</b> Потужність та втрати в асинхронних машинах (АМ). Енергетичні діаграми. Розв'язання задач Література: [4], с.91-99; [6], с.78-82; [7]. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
7	<b>Заняття 7.</b> Електромагнітний момент АМ. Розв'язання задач. Література: [4], с.91-99; [6], с.78-82; [7]. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
8	<b>Заняття 8.</b> Пуск в хід асинхронних двигунів. Розв'язання задач. Література: [4], с.99-107; [6], с.92-97; [7]. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
9	<b>Заняття 9.</b> Регулювання частоти обертання асинхронних двигунів. Розв'язання задач. Література: [4], с.99-107; [6], с.92-97;[23],[7]. Завдання на СРС: Розв'язання задач.

**Лабораторні заняття:** Кожне лабораторне заняття розраховано на 4 аудиторні години.

№ з/п	Назва лабораторного заняття	Кількість аудитор. годин
1	<b>Заняття 1.</b> Вступне заняття. Інструктаж з правил техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт. Особливості монтажу схем дослідження електричних машин, вибору приладів та реостатів.	4
2	<b>Заняття 2.</b> Дослідження асинхронної машини з короткозамкненим ротором в режимах двигуна і генератора. <i>Література: [1], с.500-509; [3], с.122-129.</i>	4
3	<b>Заняття 3.</b> Дослідження асинхронного двигуна з фазним ротором. <i>Література: [3], с. 122-129.</i>	4
4	<b>Заняття 4.</b> Дослідження асинхронного двигуна в трифазному та однофазному режимах. <i>Література: [1], с.602-608.</i>	4

**Самостійна робота студента:** В таблиці наведено основні завдання, що виносяться на самостійну роботу студентів

№ з/п	Назва теми, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	<b>Завдання для СРС 1.</b> Принцип оборотності ЕМ – режими генератора і двигуна електричної машини.	1
2	<b>Завдання для СРС 2.</b> Біжучі магнітні поля.	2
3	<b>Завдання для СРС 3.</b> Взаємозв'язок розміру полюсної поділки та швидкості руху обертового магнітного поля.	1
4	<b>Завдання для СРС 4.</b> Розкладання кривої ЕРС обмотки в ряд Фур'є.	2
5	<b>Завдання для СРС 5.</b> Скис пазів в магнітопроводах статора і ротора.	1
6	<b>Завдання для СРС 6.</b> Двох- та трьох площинні конструкції лобових частин концентричних обмоток.	2
7	<b>Завдання для СРС 7.</b> Приклади схем петльових обмоток.	2
8	<b>Завдання для СРС 8.</b> Приклади схем хвильових обмоток.	2
9	<b>Завдання для СРС 9.</b> Криві МРС для різних моментів часу.	2
10	<b>Завдання для СРС 10.</b> Вирази для магнітної провідності магнітних потоків розсіювання.	1
11	Підготовка до модульної контрольної роботи №1	2
12	<b>Завдання для СРС 11.</b> Розрахунок магнітного кола машини змінного струму.	2
13	<b>Завдання для СРС 12.</b> АМ з литими обмотками ротора.	1
14	<b>Завдання для СРС 13.</b> Кранові асинхронні двигуни з фазним	2



	ротором.	
15	<b>Завдання для СРС 14.</b> Індукційний регулятор напруги.	2
16	<b>Завдання для СРС 15.</b> Схема заміщення АМ з урахуванням втрат в сталі.	2
17	<b>Завдання для СРС 16.</b> Фізичний зміст С коефіцієнту Г- подібної схеми заміщення	2
18	<b>Завдання для СРС 17.</b> Визначення $\cos\varphi$ по схемі заміщення.	2
19	<b>Завдання для СРС 18.</b> Векторна діаграма АМ в гальмівному режимі роботи.	2
20	<b>Завдання для СРС 19.</b> Втрати в роторі в гальмівному режимі роботи.	2
21	<b>Завдання для СРС 20.</b> Побудова робочих характеристик асинхронного двигуна по коловій діаграмі.	2
22	<b>Завдання для СРС 21.</b> Відмінність величини максимального електромагнітного моменту в двигунному і генераторному режимах роботи.	2
23	<b>Завдання для СРС 22.</b> Формула Клосса.	2
24	<b>Завдання для СРС 23.</b> Механічні характеристики АМ для вищих гармонік поля.	2
25	<b>Завдання для СРС 24.</b> Сфери практичного використання полюсоперемикаючих АД.	2
26	<b>Завдання для СРС 25.</b> Загальні вимоги до перетворювачів частоти.	2
27	<b>Завдання для СРС 26.</b> Механічні характеристики АД при однофазному живленні трифазної обмотки.	2
28	<b>Завдання для СРС 27.</b> Види ушкоджень короткозамкненої обмотки ротора АД.	2
29	<b>Завдання для СРС 28.</b> Конструкція лобових частин АД з подвійною кліткою ротора.	2
30	<b>Завдання для СРС 29.</b> Конструкція однофазних АД.	2
31	Підготовка до модульної контрольної роботи №2	2
32	Виконання РГР	15
33	Підготовка до екзамену	36
Всього годин		102

**Розрахунково-графічна робота.** Для закріплення та узагальнення отриманих знань з теорії трансформаторів студенти виконують індивідуальне семестрове завдання – розрахунково-графічну роботу (РГР). Тема РГР: «Розрахунок параметрів та характеристик трифазного асинхронного двигуна». Варіант вхідних даних узгоджується та надається викладачем.

**Модульна контрольна робота.** Для одержання студентами стійких знань передбачено виконання модульної контрольної роботи, на яку виносяться основні питання дисципліни.

Модульна контрольна робота складається з двох частин (контрольних робіт):

- контрольна робота 1 по темам 1.1 – 1.4.
- контрольна робота 2 по темам 2.1 – 2.3.

## 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 та практичних заняттях.

- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних 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 і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);

- 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 даної дисципліни;

- 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, РГР.

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

**Семестровий контроль:** екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання студентів передбачає визначення кількості балів, отриманих студентом піл час вивчення дисципліни.

**Умови допуску до семестрового контролю:** поточний семестровий рейтинг повинен складати не менше 30 балів.

Поточний семестровий рейтинг студента складається з балів, отриманих за:

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

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

Ваговий бал за одне експрес-опитування – 1 бал.

Максимальна кількість балів на одного студента дорівнює: 1 бал \* 3 опитування = 3 бали. (виходячи із 5 опитаних студентів на одній лекції, усього 5 \* 9 = 45 опитувань і 45/15 = 3 опитування на одного студента)

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 1 бал;

### **Індивідуальне семестрове завдання (РГР)**

Згідно з робочою навчальною програмою студент виконує РГР.

Максимальна кількість балів за виконання РГР дорівнює 30 балів.

#### *Критерії оцінювання*

- повне і вчасне виконання – 26 ...30 балів (в залежності від якості оформлення);
- є окремі несуттєві помилки – 14...25 балів;
- є суттєві помилки – 2...13 балів;
- неправильне виконання РГР – 0 балів;
- на виконання РГР відводять 8 тижнів з моменту видачі завдання; здача РГР після встановленого терміну передбачає зниження оцінки - 2 бали за кожен тиждень понад встановлений термін.

### **Модульна контрольна робота**

Максимальна кількість балів за виконання МКР дорівнює 6 балів.

#### *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 % правильних відповідей – 0 балів;

### **Лабораторні роботи**

- Ваговий бал — 7. Максимальна кількість балів за 3 лабораторні роботи дорівнює: 7 балів\*3 = 21 бал. Критерії оцінювання:
- 2 бали — підготовка до роботи,
- 2 бали — виконання лабораторної роботи,
- 3 бали — захист лабораторної роботи.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є поточний рейтинг студента не менше 50% від максимально можливого, тобто 30 балів.

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:  $R_C = 3 + 30 + 6 + 21 = 60$  балів.

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

Остаточне оцінювання результатів навчання проводиться за стобальною рейтинговою шкалою. Екзаменаційна складова шкали дорівнює 40% від загальної рейтингової шкали, тобто  $R_e = 40$  балів. Необхідною умовою допуску до екзамену є повний конспект лекцій, виконана і захищена РГР. Для здачі екзамену без проведення семестрового контролю («автоматом») потрібно мати стартовий рейтинг не менше 60 балів, а також виконані інші умови допуску до екзамену.

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань і однієї задачі

#### *Критерії оцінювання екзамену*

- повна відповідь (повне, безпомилкове розв'язування завдання)  $R_3 = 39 - 40$  балів;
- відповідь з певними несуттєвими помилками  $R_3 = 30 - 38$  бали;
- відповідь без суттєвих помилок, але не з повним обсягом потрібної інформації  $R_3 = 20 - 29$  бали;
- неповна відповідь з певними помилками  $R_3 = 12 - 19$  балів;
- неповна відповідь зі значною кількістю помилок, але які не є принциповими  $R_3 = 8 - 11$  балів;
- повністю неправильна відповідь або відсутність відповіді – 0 балів.

Сумарна кількість рейтингових балів визначається як  $R_p = R_C + R_e$

Таблиця відповідності сумарних рейтингових балів оцінкам за наступною шкалою:

Сумарна кількість балів $R_p$	Оцінка	Результат
95-100	Відмінно	Екзамен здано
85-94	Дуже добре	
75-84	Добре	

<i>65-74</i>	<i>Задовільно</i>	
<i>60-64</i>	<i>Достатньо</i>	
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>	<i>Екзамен не здано</i>
<i>Менше 30</i>	<i>Не допущений</i>	<i>До екзамену не допущений</i>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри електромеханіки ФЕА, д.т.н. Васьковським Ю.М.

Ухвалено кафедрою електромеханіки ФЕА (протокол № 6 від 24.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією ФЕА (протокол № 11 від 25.06.2021 р.)