



# ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>G «Інженерія, виробництво та будівництво»</i>
Спеціальність	<i>G3 «Електрична інженерія»</i>
Освітня програма	<i>Електричні машини і апарати (electric machines and apparatus)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна, цикл професійної підготовки</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна) та очна (денна) прискорена</i>
Рік підготовки, семестр	<i>Студенти загальної форми навчання - 2 курс, 4-й семестр Студенти прискореної форми навчання – 1 курс, 2-й семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>7 кредитів ECTS / 210 годин (Лекції – 44 год., Практичні – 30 год, Лабораторні роботи – 16 год, Самостійна робота – 120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектори: д.т.н., проф. Васьковський Юрій Миколайович, тел. 0501022010 Практичні: ст. викладач Ігнатюк Є Лабораторні: ст. викладач Ігнатюк Є</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс Moodle <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=884">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=884</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Електричні машини» складено відповідно до Освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти підготовки бакалавра за спеціальністю G3 «Електрична інженерія» та освітньою програмою «Електричні машини і апарати».

**Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:**

- 1)ЗК07. Здатність працювати в команді.
- 2)ЗК08. Здатність працювати автономно.
- 3)ФК11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).
- 4)ФК12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.
- 5)ФК15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

- 6) ФК17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.
- 7) ФК19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.
- 8) ФК20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- 9) ФК21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

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

#### **Програмні результати навчання:**

- 1) ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.
- 2) ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.
- 3) ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.
- 4) ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.
- 5) ПР21. Знати і розуміти принципи роботи інтегральних мікросхем, програмованих логічних контролерів та програмованих логічних інтегральних схем.
- 6) ПР23. Застосовувати сучасні методи експериментального дослідження електричних машин і апаратів, електромеханічних перетворювачів енергії, електромеханічних комплексів.
- 7) ПР24. Розуміти особливості конструкції, технічних характеристик, принципів дії та режимів роботи електромеханічних пристроїв, електричних машин і апаратів, у тому числі потужних турбо- і гідрогенераторів.

#### **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» забезпечує подальше вивчення таких дисциплін, як, «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. Асинхронні машини.*
- 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, 2012. – 366 с.
2. Осташевський М. О., Юр'єва О. Ю. *Електричні машини і трансформатори: навч. посібник* Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.
3. Яцун М.А. *Електричні машини*. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 464 с.
4. Курс: *Електричні машини (kpi.ua)* <https://do.ipk.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=884>
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 III. Асинхронні машини: навчальний посібник* / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 197 с
9. *Electrical Machines* <https://books.google.com.ua/books?id=FLqMyqrZDqEC&hl=uk&source=gbs>.
10. [https://books.google.com.ua/books?id=SPFKDwAAQBAJ&hl=uk&source=gbs\\_book\\_similarbooks](https://books.google.com.ua/books?id=SPFKDwAAQBAJ&hl=uk&source=gbs_book_similarbooks)

#### 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	<p><b>Лекція 1.</b> Вступ. Роль та значення електричних машин. Класифікація електричних машин (ЕМ) змінного струму. Основні види, конструкція та загальний принцип дії ЕМ змінного струму.</p> <p>Література: [1] с.81-84; [4] с. 23- 27.</p> <p>Завдання на СРС: Сфери застосування електричних машин.</p>

2	<p><b>Лекція 2.</b> Фізичні закони електромеханічного перетворення енергії в ЕМ. Закон електромагнітної індукції та сила Ампера. Умови односпрямованого електромеханічного перетворення енергії в ЕМ.</p> <p>Література: [1] с.84-87; [3] с.5-10.</p> <p>Завдання на СРС: Принцип оборотності ЕМ – режими генератора і двигуна електричної машини.</p>
3	<p><b>Лекція 3.</b> Створення рухомих магнітних полів в ЕМ. Поняття обертових магнітних полів та умови їх створення полів в 2-х і 3-х фазних системах обмоток.</p> <p>Література: [1] с.87-89; [3], с.95-96.</p> <p>Завдання на СРС: Біжучі магнітні поля.</p>
4	<p><b>Лекція 4.</b> Будова багатополюсних обмоток змінного струму. Електрорушійні сили (ЕРС) провідника, витка, котушки, котушкової групи. Коефіцієнти укорочення і розподілення котушкових груп.</p> <p>Література: [1] с. 87-90; [3] с.95-96.</p> <p>Завдання на СРС: Взаємозв'язок розміру полюсної поділки та швидкості руху обертового магнітного поля.</p>
5	<p><b>Лекція 5.</b> ЕРС багатфазних обмоток ЕМ. Обмотувальний коефіцієнт обмотки. ЕРС обмоток від вищих і зубцевих гармонік магнітного поля. Способи зменшення ЕРС від вищих гармонік магнітного поля. Скіс пазів</p> <p>Література: [1] с.89-97; [3] с.95-96; [4] с.385-402.</p> <p>Завдання на СРС: Скіс пазів в магнітопроводах статора і ротора.</p>
6	<p><b>Лекція 6.</b> Одношарові, двошарові петльові та хвильові обмотки. Обмотки з цілим та дробовим числом пазів на полюс та фазу. Паралельні гілки обмоток.</p> <p>Література: [1] 100-103; [3] 108-111.</p> <p>Завдання на СРС: Двох- та трьох площинні конструкції лобових частин концентричних обмоток.</p>
7	<p><b>Лекція 7.</b> Магніторушійні сили (МРС) обмоток змінного струму. Магніторушійні сили 1-, 2- та 3-фазної обмоток. Обертові хвилі МРС. Представлення пульсуючої МРС як суми двох обертових МРС різного напрямку руху. Обертові хвилі МРС вищих гармонік та визначення напрямку їх руху.</p> <p>Література: [1] с.103-110; [3] 126-130.</p> <p>Завдання на СРС: Приклади схем петльових і хвильових обмоток.</p>
8	<p><b>Лекція 8.</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] с.111-116; [3] с.144-151.</p> <p>Завдання на СРС: Криві МРС для різних моментів часу.</p>
9	<p><b>Лекція 9.</b> Конструкція та принцип дії АМ з короткозамкненим ротором. Число витків і фаз ротора. Ковзання ротора. Переваги АМ з короткозамкненим ротором. Конструкція та принцип дії АМ з фазним ротором. Призначення та переваги АМ з фазним ротором.</p> <p>Література: [1] с.118-120; [3] с.165-169.</p> <p>Завдання на СРС: АМ з литими обмотками ротора.</p>

10	<p><b>Лекція 10. АМ при нерухомому роторі.</b> АМ при нерухомому роторі в режимах ХХ і КЗ. Приведення обмотки ротора до обмотки статора. АМ при нерухомому роторі в режимі навантаження.</p> <p>Література: [1] с.120-122; [2] с.170-173.</p> <p>Завдання на СРС: Індукційний регулятор напруги.</p>
11	<p><b>Лекція 11. АМ при рухомому роторі.</b> 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.</p> <p>Література: [1] с.122-128; [2] с.175-185.</p> <p>Завдання на СРС: Схема заміщення АМ з урахуванням втрат в сталі.</p>
12	<p><b>Лекція 12. Математична модель АМ.</b> Рівняння обмоток електричної машини. Обґрунтування Т- подібної схеми заміщення АМ та її параметри.</p> <p>Література: [1] с.125-133; [2] с.185-188.</p> <p>Завдання на СРС: Кранові асинхронні двигуни з фазним ротором.</p>
13	<p><b>Лекція 13. Режими роботи АМ.</b> Визначення двигунного, генераторного та гальмівного режимів роботи АМ. Експериментальне та розрахункове визначення робочих характеристик асинхронного двигуна.</p> <p>Література: [1] с.125-133; [2] с.185-188.</p> <p>Завдання на СРС: Визначення <math>\cos \varphi</math> по схемі заміщення.</p>
14	<p><b>Лекція 14. Векторна діаграма АМ.</b> Теоретичні основи побудови векторних діаграм АМ. Векторні діаграми в двигунному та генераторному режимах роботи.</p> <p>Література: [1] с.128-135; [2] с.193 - 194.</p> <p>Завдання на СРС: Векторна діаграма АМ в гальмівному режимі роботи.</p>
15	<p><b>Лекція 15. Втрати, ККД та енергетична діаграма АМ.</b> Визначення основних складових втрат і ККД в АМ. Енергетичні діаграми в різних режимах роботи.</p> <p>Література: [1] с. 134-137; [2] с.193-194.</p> <p>Завдання на СРС: Втрати в роторі в гальмівному режимі роботи.</p>
16	<p><b>Лекція 16. Електромагнітний момент АМ та механічна характеристика АМ.</b> Математичне визначення електромагнітного моменту та його аналіз. Вирази для максимального та пускового моментів асинхронного двигуна (АД). Перевантажувальна здатність.</p> <p>Література: [1] с.137-146.</p> <p>Завдання на СРС: Асинхронні двигуни з витісненням струму в обмотці ротора.</p>
17	<p><b>Лекція 17. Пуск АД.</b> Пуск короткозамкнених АД. Кратність пускового струму. Реакторний та автотрансформаторний пуск потужних АД. Пуск АД з фазним ротором. Література: [1] с.154-160; [2] с.212-215.</p> <p>Завдання на СРС: Пуск АД з перемиканням обмотки статора з трикутника на зірку.</p>
18	<p><b>Лекція 18. Регулювання частоти обертання асинхронних двигунів.</b> Регулювання шляхом зміни напруги живлення та активного опору ротора. АД з перемиканням кількості пар полюсів. Переваги та недоліки зазначених способів керування.</p> <p>Література: [1] с.160-165; [2] с.219-229;</p> <p>Завдання на СРС: Сфери практичного використання полюсоперемикаючих АД.</p>

19	<b>Лекція 19. Частотне та векторне керування швидкістю АД.</b> Закони частотного керування при незмінному моменті і потужності. Література: [1] с.160-165; [2] с.219-229; Завдання на СРС: Загальні вимоги до перетворювачів частоти.
20	<b>Лекція 20. Робота АД в несиметричних режимах.</b> Метод симетричних складових. Опори прямого, зворотного і нульового порядку чергування фаз. Вплив несиметрії напруги живлення на механічну характеристику. Вплив несиметрії параметрів ротора на механічну характеристику АМ. Література: [3] с.245-249 Завдання на СРС: Механічні характеристики АД при однофазному живленні трифазної обмотки.
21	<b>Лекція 21. Однофазні АД.</b> Основи теорії однофазних асинхронних двигунів. Робота трифазного АД в однофазному режимі. Способи пуску однофазних асинхронних двигунів. Однофазний АД з пусковою обмоткою. Конденсаторні однофазні АД. Література: [1] с.174-180. Завдання на СРС: Конструкція однофазних АД.
22	<b>Лекція 22. Спеціальні типи АМ.</b> Автономний асинхронний генератор з ємнісним збудженням. Асинхронний двигун з масивним ротором. Лінійний АД. Література: [1] с.180-187;
<b>Усього 44 години</b>	

**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: [5] с. 46-49; [6] с. 71- 77. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
2	<b>Заняття 2.</b> Схеми одношарових обмоток машин змінного струму. Література: [5],с.42-45; [6] ,с.23-24. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
3	<b>Заняття 3.</b> Схеми двошарових петльових обмоток машин змінного струму. Література: [5] с.42-45; [6] с.23-24. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
4	<b>Заняття 4.</b> Схеми двошарових хвильових обмоток машин змінного струму. Література: [5] с.42-45; [6] с.23-24. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
5	<b>Заняття 5.</b> Розрахунки МРС обмоток машин змінного струму. Література: [5] с. 46-49; [6] с. 71- 77. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
6	<b>Заняття 6.</b> Схеми заміщення та векторні діаграми асинхронної машини. Література: [5] с.82-88; [6], с.74-78. Завдання на СРС: Розв'язання задач
7	<b>Заняття 7.</b> Потужність та втрати в асинхронних машинах. Енергетичні

	<i>діаграми. Література: [5] с.91-99; [6] с.78-82. Завдання на СРС: Розв'язання задач.</i>
8	<b>Заняття 8.</b> <i>Розрахунок ККД в різних режимах роботи. Література: [5] с.91-99; [6] с.78-82. Завдання на СРС: Розв'язання задач.</i>
9	<b>Заняття 9.</b> <i>Електромагнітний момент АМ. Розв'язання задач. Література: [5] с.91-99; [6] с.78-82. Завдання на СРС: Розв'язання задач.</i>
10	<b>Заняття 10.</b> <i>Пуск асинхронних двигунів. Визначення пускового моменту. Розв'язання задач. Література: [5] с.99-107; [6] с.92-97. Завдання на СРС: Розв'язання задач.</i>
11	<b>Заняття 11.</b> <i>Асинхронні двигуни з витісненням струму в обмотці ротора. Двигуни з подвійною кліткою ротора. Завдання на СРС: Розв'язання задач.</i>
12	<b>Заняття 12.</b> <i>Регулювання швидкості асинхронних двигунів зміною амплітуди напруги живлення та опору обмотки ротора. Розв'язання задач. Література: [5] с.99-107; [6] с.92-97. Завдання на СРС: Розв'язання задач.</i>
13	<b>Заняття 13.</b> <i>Регулювання швидкості асинхронних двигунів зміною частоти напруги живлення. Розв'язання задач. Література: [5] с.99-107; [6] с.92-97. Завдання на СРС: Розв'язання задач</i>
14	<b>Заняття 14.</b> <i>Узагальнення теоретичних знань щодо асинхронних машин.</i>
15	<b>Заняття 15.</b> <i>Проведення модульної контрольної роботи</i>
<b>Усього 30 годин</b>	

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

№ з/п	Назва лабораторного заняття	Кількість аудитор. годин
1	<b>Заняття 1.</b> <i>Вступне заняття. Інструктаж з правил техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт. Особливості монтажу схем дослідження електричних машин, вибору приладів та реостатів.</i>	2
2	<b>Заняття 2.</b> <i>Дослідження асинхронної машини з короткозамкненим ротором в режимах двигуна і генератора. Література: [1], с.500-509; [3], с.122-129.</i>	4
3	<b>Заняття 3.</b> <i>Дослідження асинхронного двигуна з фазним ротором. Література: [3], с. 122-129.</i>	4
4	<b>Заняття 4.</b> <i>Дослідження асинхронного двигуна в трифазному та однофазному режимах. Література: [1], с.602-608.</i>	4
5	<b>Захист результатів лабораторних робіт</b>	2
<b>Усього 16 годин</b>		

**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> Сфери застосування електричних машин	2
2	<b>Завдання для СРС 2.</b> Принцип оборотності ЕМ – режими генератора і двигуна електричної машини.	2
3	<b>Завдання для СРС 3.</b> Біжучі магнітні поля.	2
4	<b>Завдання для СРС 4.</b> Взаємозв'язок розміру полюсної поділки та швидкості руху обертового магнітного поля.	2
5	<b>Завдання для СРС 5.</b> Скіс пазів в магнітопроводах статора і ротора.	2
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 і хвильових обмоток.	3
8	<b>Завдання для СРС 8.</b> Криві МРС для різних моментів часу.	2
9	<b>Завдання для СРС 9.</b> АМ з литими обмотками ротора.	2
10	Узагальнення теоретичного матеріалу та підготовка до модульної контрольної роботи по першому змістовному модулю (частина 1)	10
11	<b>Завдання для СРС 10.</b> Індукційний регулятор напруги.	2
12	<b>Завдання для СРС 11.</b> Схема заміщення АМ з урахуванням втрат в сталі.	2
13	<b>Завдання для СРС 12.</b> Кранові асинхронні двигуни з фазним ротором.	2
14	<b>Завдання для СРС 13.</b> Визначення $\cos\varphi$ по схемі заміщення.	2
15	<b>Завдання для СРС 14.</b> Векторна діаграма АМ в гальмівному режимі роботи.	2
16	<b>Завдання для СРС 15.</b> Втрати в роторі в гальмівному режимі роботи.	2
17	<b>Завдання для СРС 16.</b> Асинхронні двигуни з витісненням струму в обмотці ротора.	3
18	<b>Завдання для СРС 17.</b> Втрати в роторі в гальмівному режимі роботи.	2
19	<b>Завдання для СРС 18.</b> Сфери практичного використання полюсоперемикаючих АД.	2
20	<b>Завдання для СРС 19.</b> Загальні вимоги до перетворювачів частоти.	2
21	<b>Завдання для СРС 20.</b> Механічні характеристики АД при однофазному живленні трифазної обмотки.	
22	<b>Завдання для СРС 21.</b> Конструкція однофазних АД.	2
23	Узагальнення теоретичного матеріалу та підготовка до модульної контрольної роботи по другому змістовному модулю (частина 2)	10
24	Виконання РГР	20
25	Підготовка до екзамену	36
<b>Усього 120 годин</b>		

**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 – 1.6.
- контрольна робота 2 по темам 2.1 – 2.7.

## Політика та контроль

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

*Система вимог, які викладач ставить перед студентом:*

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних 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 (PCO)

**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.

#### 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 25 балів.

#### Критерії оцінювання

- повне і вчасне виконання – 24 ...27 балів (в залежності від якості оформлення);
- є окремі несуттєві помилки – 14...23 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:  $7 \text{ балів} * 3 = 21 \text{ бал}$ . 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.

#### **Виконання завдань під час практичних занять**

Максимальна кількість балів, яка може бути отримана під час проведення практичних занять дорівнює 8 балів.

#### Критерії оцінювання:

- обсяг правильних розв'язків задач розрахунку трансформатора (80-100%) 7...8 балів;
- обсяг правильних розв'язків задач розрахунку трансформатора (40-70%) 3...6 бали;
- обсяг правильних розв'язків задач розрахунку трансформатора (0-39%) 0...2 бали;

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

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 25 + 6 + 21 + 8 = 60 \text{ балів.}$$

#### **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	
65-74	Задовільно	
60-64	Достатньо	
Менше 60	Незадовільно	Екзамен не здано
Не виконані умови допуску	Не допущений	До екзамену не допущений

#### **8. Додаткова інформація: Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль**

1. *Обертові, еліптичні та пульсуючі магнітні поля в електричних машинах. Умови отримання обертового магнітного поля в електричних машинах.*
2. *Принцип дії асинхронної машини. Ковзання. Основні режими роботи асинхронної машини.*
3. *Асинхронна машина з короткозамкнутим ротором. Конструкція, характеристики і області застосування.*
4. *Асинхронна машина з фазним ротором. Конструкція, характеристики і області застосування.*
5. *Класифікація, схеми і загальна характеристика обмоток електричних машин змінного струму.*
6. *Схеми, конструкція і основні переваги двояркових обмоток змінного струму.*
7. *ЕРС обмоток змінного струму. ЕРС витка, котушки, котушкової групи і фази. Коефіцієнти укорочення і розподілу. Обмотувальний коефіцієнт.*
8. *Вищі і зубцеві гармоніки магнітного поля. ЕРС від вищих гармонік. Способи покращення форми кривої ЕРС. Скіс пазів.*
9. *Магніторушійні сили обмоток змінного струму. Побудова кривої МРС обмотки в повітряному зазорі.*
10. *Магнітні поля і індуктивні опори обмоток змінного струму.*
11. *Трифазна асинхронна машина при нерухомому роторі в режимах ХХ і КЗ. Приведення обмотки ротора до обмотки статора.*
12. *Трифазна асинхронна машина при нерухомому роторі в режимі навантаження. Рівняння і схема заміщення. Індукційний регулятор.*
13. *Трифазна асинхронна машина при роторі, що обертається. Особливості процесів в роторі. Режими роботи АМ.*
14. *Рівняння і схема заміщення асинхронної машини. Приведення ротора асинхронної машини до статора.*
15. *Т і Г- подібні схеми заміщення і векторні діаграми асинхронної машини.*
16. *Втрати потужності і ККД асинхронної машини. Енергетичні діаграми різних режимах роботи.*
17. *Виведення виразу для електромагнітного моменту асинхронної машини. Максимальний електромагнітний момент.*

18. *Механічні характеристики асинхронної машини. Аналіз чинників, що впливають на механічну характеристику.*
19. *Додаткові електромагнітні моменти і їх вплив на характеристики асинхронної машини.*
20. *Робочі характеристики асинхронної машини, їх розрахункове і експериментальне визначення.*
21. *Колові діаграми асинхронних машин.*
22. *Пуск асинхронного двигуна. Способи збільшення пускового моменту*
23. *Асинхронні двигуни з витісненням струму в обмотці ротора.*
24. *Способи регулювання швидкості обертання асинхронних двигунів.*
25. *Частотний метод регулювання швидкості обертання валу машин змінного струму. Закони частотного регулювання.*
26. *Електричне гальмування асинхронних двигунів.*
27. *Спеціальні види асинхронних машин (індукційний регулятор, АМ з масивним ротором, лінійні АМ, автономний АГ з самозбудженням).*
28. *Несиметричні режими роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруги живлення.*
29. *Несиметричні режими роботи асинхронних двигунів при несиметрії параметрів обмотки ротора.*
30. *Особливості роботи трифазного АД в однофазному режимі. Схеми пуску трифазного АД від однофазної мережі.*
31. *Однофазні асинхронні двигуни. АД з пусковою обмоткою і конденсаторні АД. Вибір ємності конденсаторного АД.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

**Ухвалено** кафедрою електромеханіки ФЕА (протокол № 10 від 25.06.2026 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 27.06.2026 р.)