



ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	<i>Електричні машини і апарати (electric machines and apparatus)</i>
Статус дисципліни	Нормативна, цикл загальної підготовки
Форма навчання	Очна (денна) та очна (денна) прискорена
Рік підготовки, семестр	Студенти загальної форми навчання - 2 курс, 4-й семестр Студенти прискореної форми навчання – 1 курс, 2-й семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ECTS / 150 годин (Лекції – 36 год., Практичні – 18 год, Лабораторні роботи – 18 год, Самостійна робота – 78 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / МКР, РГР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: д.т.н., проф. Васьковський Юрій Миколайович, тел. 0501022010 к.т.н., доц. Реуцький Микола Олександрович тел. 0501724189 Практичні: доцент Гераскін О.А. Лабораторні: доцент Гераскін О.А.
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс Moodle https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=883

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 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 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. 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=FLqMygrZDqEC&hl=uk&source=gbs>.
10. 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	Лекція 1. Вступ. Роль та значення електричних машин. Класифікація електричних машин (ЕМ) змінного струму. Основні види, конструкція та загальний принцип дії ЕМ змінного струму.

	<p><i>Література: [1] с.81-84; [4] с. 23- 27.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Сфери застосування електричних машин.</i></p>
2	<p>Лекція 2. Фізичні закони електро механічного перетворення енергії в ЕМ. Закон електромагнітної індукції та сила Ампера. Умови односпрямованого електро механічного перетворення енергії в ЕМ.</p> <p><i>Література: [1] с.84-87; [3] с.5-10.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Принцип оборотності ЕМ – режими генератора і двигуна електричної машини.</i></p>
3	<p>Лекція 3. 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><i>Література: [1] с.87-89; [3], с.95-96.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Біжучі магнітні поля.</i></p>
4	<p>Лекція 4. Будова багатополюсних обмоток змінного струму. Електрорушійні сили (ЕРС) провідника, витка, котушки, котушкової групи. Коефіцієнти укорочення і розподілення котушкових груп.</p> <p><i>Література: [1] с. 87-90; [3] с.95-96.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Взаємозв'язок розміру полюсної поділки та швидкості руху обертового магнітного поля.</i></p>
5	<p>Лекція 5. 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><i>Література: [1] с.89-97; [3] с.95-96; [4] с.385-402.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Скіс пазів в магнітопроводах статора і ротора.</i></p>
6	<p>Лекція 6. Способи побудови схем обмоток змінного струму. Класифікація обмоток змінного струму. Одношарові та двошарові обмотки змінного струму. Концентричні одношарові обмотки.</p> <p><i>Література: [1] с.98-100; [3] с.102-107.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Двох- та трьох площинні конструкції лобових частин концентричних обмоток.</i></p>
7	<p>Лекція 7. Двошарові петльові та хвильові обмотки. Обмотки з цілим та дробовим числом пазів на полюс та фазу. Паралельні гілки обмоток.</p> <p><i>Література: [1] 100-103; [3] 108-111.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Приклади схем петльових і хвильових обмоток.</i></p>
8	<p>Лекція 8. 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><i>Література: [1] с.103-110; [3] 126-130.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Криві МРС для різних моментів часу.</i></p>
9	<p>Лекція 9. 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><i>Література:[1] с.111-116; [3] с.144-151.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Вирази для магнітної провідності магнітних потоків</i></p>

	розсіювання.
10	Лекція 10. Конструкція та принцип дії АМ з короткозамкненим ротором. Число витків і фаз ротора. Ковзання ротора. Переваги АМ з короткозамкненим ротором. Література: [1] с.118-120; [3] с.165-169. Завдання на СРС: АМ з литими обмотками ротора.
11	Лекція 11. Конструкція та принцип дії АМ з фазним ротором. Призначення та переваги АМ з фазним ротором. Література: [1] с.118-120; [3] с.165-169. Завдання на СРС: Кранові асинхронні двигуни з фазним ротором.
12	Лекція 12. 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] с.120-122; [3] с.170-173. Завдання на СРС: Індукційний регулятор напруги.
13	Лекція 13. 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] с.122-128; [3] с.175-185. Завдання на СРС: Схема заміщення АМ з урахуванням втрат в сталі.
14	Лекція 14. Математична модель АМ. Обґрунтування Т- подібної схеми заміщення АМ та її параметри. Обґрунтування Г- подібної схеми заміщення АМ та її параметри. Література: [1] с.125-133; [3] с.185-188. Завдання на СРС: Фізичний зміст С коефіцієнту Г- подібної схеми заміщення
15	Лекція 15. Режими роботи АМ. Визначення двигунного, генераторного та гальмівного режимів роботи АМ. Експериментальне та розрахункове визначення робочих характеристик асинхронного двигуна. Література: [1] с.125-133; [3] с.185-188. Завдання на СРС: Визначення $\cos \phi$ по схемі заміщення.
16	Лекція 16. Векторна діаграма АМ. Теоретичні основи побудови векторних діаграм АМ. Векторні діаграми в двигунному та генераторному режимах роботи. Література: [1] с.128-135; [3] с.193 - 194. Завдання на СРС: Векторна діаграма АМ в гальмівному режимі роботи.
17	Лекція 17. Втрати, ККД та енергетична діаграма АМ. Визначення основних складових втрат і ККД в АМ. Енергетичні діаграми в різних режимах роботи. Література: [1] с. 134-137; [3] с.193-194. Завдання на СРС: Втрати в роторі в гальмівному режимі роботи.
18	Лекція 18. Електромагнітний момент АМ та механічна характеристика АМ. Математичне визначення електромагнітного моменту та його аналіз. Вирази для максимального та пускового моментів асинхронного двигуна (АД). Перевантажувальна здатність. Література: [1] с.137-146. Завдання на СРС: Формула Клосса.
Усього 36 годин	

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

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Заняття 1. Розрахунки ЕРС обмоток машин змінного струму. Література: [5] с. 46-49; [6] с. 71- 77. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
2	Заняття 2. Схеми одношарових обмоток машин змінного струму. Література: [5],с.42-45; [6] ,с.23-24. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
3	Заняття 3. Схеми двошарових обмоток машин змінного струму. Література: [5] с.42-45; [6] с.23-24. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
4	Заняття 4. Розрахунки МРС обмоток машин змінного струму. Література: [5] с. 46-49; [6] с. 71- 77. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
5	Заняття 5. Схеми заміщення та векторні діаграми асинхронної машини. Розв'язання задач. Література: [5] с.82-88; [6], с.74-78. Завдання на СРС: Розв'язання задач
6	Заняття 6. Потужність та втрати в асинхронних машинах (АМ). Енергетичні діаграми. Розв'язання задач Література: [5] с.91-99; [6] с.78-82. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
7	Заняття 7. Електромагнітний момент АМ. Розв'язання задач. Література: [5] с.91-99; [6] с.78-82. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
8	Заняття 8. Пуск в хід асинхронних двигунів. Розв'язання задач. Література: [5] с.99-107; [6] с.92-97. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
9	Заняття 9. Регулювання частоти обертання асинхронних двигунів. Розв'язання задач. Література: [5] с.99-107; [6] с.92-97. Завдання на СРС: Розв'язання задач.
Усього 18 годин	

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

№ з/п	Назва лабораторного заняття	Кількість аудитор. годин
1	Заняття 1. Вступне заняття. Інструктаж з правил техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт. Особливості монтажу схем дослідження електричних машин, вибору приладів та реостатів.	4

2	Заняття 2. Дослідження асинхронної машини з короткозамкненим ротором в режимах двигуна і генератора. <i>Література: [1], с.500-509; [3], с.122-129.</i>	4
3	Заняття 3. Дослідження асинхронного двигуна з фазним ротором. <i>Література: [3], с. 122-129.</i>	4
4	Заняття 4. Дослідження асинхронного двигуна в трифазному та однофазному режимах. <i>Література: [1], с.602-608.</i>	4
5	Захист результатів лабораторних робіт	2
Усього 18 годин		

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	Завдання для СРС 1. Сфери застосування електричних машин	2
2	Завдання для СРС 2. Принцип оборотності ЕМ – режими генератора і двигуна електричної машини.	2
3	Завдання для СРС 3. Біжучі магнітні поля.	2
4	Завдання для СРС 4. Взаємозв'язок розміру полюсної поділки та швидкості руху обертового магнітного поля.	2
5	Завдання для СРС 5. Скис пазів в магнітопроводах статора і ротора.	2
6	Завдання для СРС 6. Двох- та трьох площинні конструкції лобових частин концентричних обмоток.	2
7	Завдання для СРС 7. Приклади схем петльових і хвильових обмоток.	2
8	Завдання для СРС 8. Криві МРС для різних моментів часу.	2
9	Завдання для СРС 9. Вирази для магнітної провідності магнітних потоків розсіювання.	2
10	Підготовка до модульної контрольної роботи (частина 1)	2
11	Завдання для СРС 10. АМ з литими обмотками ротора.	2
12	Завдання для СРС 11. Кранові асинхронні двигуни з фазним ротором.	2
13	Завдання для СРС 12. Індукційний регулятор напруги.	2
14	Завдання для СРС 13. Схема заміщення АМ з урахуванням втрат в сталі.	2
15	Завдання для СРС 14. Фізичний зміст С коефіцієнту Г- подібної схеми заміщення	2
16	Завдання для СРС 15. Визначення $\cos\varphi$ по схемі заміщення.	2
17	Завдання для СРС 16. Векторна діаграма АМ в гальмівному режимі роботи.	2
18	Завдання для СРС 17. Втрати в роторі в гальмівному режимі роботи.	2
19	Завдання для СРС 18. Формула Клосса.	2
20	Завдання для СРС 19. Механічні характеристики АМ для вищих гармонік поля.	2
21	Завдання для СРС 20. Пуск АД з перемиканням обмотки статора з	

	трикутника на зірку.	
22	Завдання для СРС 21. Сфери практичного використання полюсоперемикаючих АД.	2
23	Завдання для СРС 22. Загальні вимоги до перетворювачів частоти.	2
24	Завдання для СРС 23. Конструкція лобових частин АД з подвійною кліткою ротора.	2
25	Завдання на СРС 24: Механічні характеристики АД при однофазному живленні трифазної обмотки.	
26	Завдання для СРС 25. Конструкція однофазних АД.	2
27	Завдання на СРС 26. Розрахунок номінальної ємності конденсаторного АД.	
28	Завдання на СРС 27. Характеристики АД з масивним ротором.	
31	Підготовка до модульної контрольної роботи (частина 2)	13
32	Виконання РГР	16
33	Підготовка до екзамену	36
Усього 78 годин		

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 під 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; задача 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.

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	
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 з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Оберткові, 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 двошарових 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 19.05.2023 р.)

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