



# 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	Електричні машини і апарати ( <i>electric machines and apparatus</i> )
Статус дисципліни	Цикл загальної підготовки
Форма навчання	Очна (денна) та очна (денна) прискорена
Рік підготовки, семестр	Студенти загальної форми навчання - 3 курс, 5-й семестр
Обсяг дисципліни	150 годин / 5 кредити ECTS (Лекції – 54 год., Лабораторні роботи – 36 год, Самостійна робота – 60 год.)
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	Лектори: д.т.н., проф. Васьковський Юрій Миколайович, тел. 0501022010 Лабораторні: ст. викладач Ігнатюк А.С.
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс Moodle <a href="https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=884">https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=884</a>

### 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 за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та спеціалізацію «Електричні машини і апарати».

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

#### Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК06. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК07. Здатність працювати в команді.

ЗК08. Здатність працювати автономно.

#### Фахові компетентності:

ФК11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

ФК12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, зокрема електричних машин постійного струму.

ФК17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

ФК19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

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 машин постійного струму, методи їх дослідження та розрахунку.

**Програмні результати навчання:**

ПРО7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПРО9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПРО19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПРО23. Застосовувати сучасні методи експериментального дослідження електричних машин постійного струму та електромеханічних комплексів на їх основі.

## **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 3-х змістовних модулів, а саме:*

*Змістовий модуль 1. Електричні машини постійного струму.*

*Тема 1.1 Конструкція та принцип дії машин постійного струму (МПС).*

*Тема 1.2. ЕРС, електромагнітний момент та явище реакції якоря МПС.*

*Тема 1.3. Генератори постійного струму (ГПС).*

*Тема 1.4. Двигуни постійного струму (ДПС).*

*Тема 1.5. Комутація машин постійного струму.*

*Змістовий модуль 2. Загальні питання електричних машин змінного струму*

*Тема 2.1. Обмотки машин змінного струму.*

*Тема 2.2. ЕРС обмоток змінного струму.*

*Тема 2.3. Магніторушійні сили і магнітні поля машин змінного струму.*

*Змістовний модуль 3. Асинхронні електричні машини (АМ)*

*Тема 3.1. Конструкція та принцип дії АМ з короткозамкненим та фазним ротором.*

*Тема 3.2. Рівняння, схема заміщення, векторна діаграма та втрати в АМ.*

### Тема 3.3. Електромагнітні моменти АМ

#### 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 : ФОРМ Панов А. М., 2017. – 452 с.
3. Яцун М.А. Електричні машини. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 464 с.
4. Курс: Електричні машини постійного струму (kpi.ua)  
<https://do.ipro.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=53050>
5. Електричні машини. Розділ Електричні машини постійного струму (методичні вказівки і контрольні задачі до практичних занять для студентів ОКР “бакалавр” напряму підготовки 6.050702 “Електромеханіка”) // Васьковський Ю.М., Гераскін О.А. Електронне навчальне видання з грифом ФЕА НТУУ «КПІ», 2014 р.
6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт розділи: «Синхронні машини», «Машини постійного струму» для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка», / Уклад.: М.О. Реуцький, М.Г.Анпілогов, О.М.Давидов, Є.М.Дубчак.-К.:НТУУ «КПІ».2013 87 с.
7. 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. Electrical Machines <https://books.google.com.ua/books?id=FLqMyqrZDgEC&hl=uk&source=qbs>.
9. Вольдек А.И. Электрические машины. М.-Л.: Энергия, 1978. – 832 с.
10. Читечян В.И. Электрические машины. Сборник задач. М.: Высшая школа, 1988. – 231 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. Фізичні закони електромеханічного перетворення енергії в ЕМ.</b> Закон електромагнітної індукції та сила Ампера. Умови односпрямованого електромеханічного перетворення енергії в ЕМ. Література: [1] с.84-87; [3] с.5-10. Завдання на СРС: Принцип оборотності ЕМ – режими генератора і двигуна електричної машини.
2	<b>Лекція 2. Призначення, області застосування та принцип дії машин постійного струму (МПС).</b> Загальна конструкція МПС. Призначення колектора. Принцип дії СМ. Література: [1] с.272-276; [7] с. 27-39. Завдання на СРС: Сфери застосування МПС (транспорт, верстатобудування тощо).
3	<b>Лекція 3. Будова та режими роботи МПС.</b> Конструкція МПС. Конструкція колектора, як визначального вузла МПС. Класифікація МПС за способом збудження. Література: [1] с.276-278; [7] с.27-39.

	<i>Завдання на СРС:</i> Алгоритми розрахунку магнітного кола МПС.
4	<b>Лекція 4. Якірні обмотки МПС.</b> Принцип виконання якірних обмоток машин постійного струму. Елементарні пази. Умови симетрії обмоток. ЕРС секції. <i>Література:</i> [1] с.279-284; [7] с.51 -90. <i>Завдання на СРС:</i> Крок секції по реальних і елементарних пазах.
5	<b>Лекція 5. ЕРС якоря та електромагнітний момент машин постійного струму.</b> Математичні вирази для ЕРС і електромагнітного моменту МПС. <i>Література:</i> [1] с.293-296; [7] с.90-97. <i>Завдання на СРС:</i> Аналіз основних чинників, що впливають на ЕРС і електромагнітний момент МПС.
6	<b>Лекція 6. Реакція якоря МПС.</b> Магнітне поле МПС при навантаженні. Реакція якоря і її види. Поперечна реакція якоря та її вплив на магнітне поле МПС. <i>Література:</i> [1] с.296-299; [7] с.99-108. <i>Завдання на СРС:</i> Зміна характеру реакції якоря при зсуві щіток на колекторі
7	<b>Лекція 7. Втрати потужності і коефіцієнт корисної дії МПС.</b> Перетворення енергії в МПС. Види втрат і вираз для ККД. Енергетичні діаграми МПС. <i>Література:</i> [1] с.295-296; [7] с.142-148. <i>Завдання на СРС:</i> Методи зменшення втрат в МПС.
8	<b>Лекція 8. Генератори постійного струму незалежного збудження.</b> Генератори постійного струму незалежного збудження. Основні характеристики. <i>Література:</i> [1] с.314-320; [7] с.171-193. <i>Завдання на СРС:</i> Експериментальне визначення характеристик ГПС.
9	<b>Лекція 9. Генератори постійного струму з самозбудженням.</b> Генератори паралельного та змішаного збудження. Умови самозбудження ГПС. <i>Література:</i> [1] с.320-324; [7] с.172-193. <i>Завдання на СРС:</i> Характеристик ГПС послідовного збудження.
10	<b>Лекція 10. Двигуни постійного струму.</b> Рівняння обертаючих моментів та напруги. Пуск двигунів постійного струму. <i>Література:</i> [1] с.326-328; [7] с.198-220. <i>Завдання на СРС:</i> Стандартні типи ДПС, що виготовляються на електромашинобудівних підприємствах.
11	<b>Лекція 11. Характеристики двигунів постійного струму.</b> Механічні та робочі характеристики. ДПС паралельного, послідовного та змішаного збудження. <i>Література:</i> [1] с.329-338; [7] с.198-220. <i>Завдання на СРС:</i> Використання ДПС послідовного збудження як пусковий двигун на транспортних засобах.
12	<b>Лекція 12. Способи регулювання швидкості двигунів постійного струму.</b> Регулювання напругою живлення і зміною струму збудження. <i>Література:</i> [1] с.338-348; [7] с.198-220. <i>Завдання на СРС:</i> Експериментальне визначення характеристик ДПС.
13	<b>Лекція 13. Комутація в машинах постійного струму.</b> Природа щіткового контакту та причини іскріння. Процес комутації, зміна струму в секціях, що комутують. Способи поліпшення комутації в МПС. Додаткові полюси. Зсув щіток на колекторі. <i>Література:</i> [1] с.301-305; [7] с.110-141. <i>Завдання на СРС:</i> Класифікація ступеня іскріння на колекторі МПС.
14	<b>Лекція 14. Нагрів і охолодження МПС.</b> Теплопередача в МПС. Основні режими

	<p>роботи і можливі перевищення температури. Системи вентиляції МПС.</p> <p><i>Література:</i> [7] с.151-170.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Примусове охолодження електричних машин.</p>
15	<p><b>Лекція 15. Створення рухомих магнітних полів в ЕМ змінного струму.</b></p> <p><i>Поняття обертових магнітних полів та умови їх створення полів в 2-х і 3-х фазних системах обмоток.</i></p> <p><i>Література:</i> [1] с.87-89; [2], с.95-96.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Біжучі магнітні поля.</p>
16	<p><b>Лекція 16. Будова багатополюсних обмоток змінного струму.</b></p> <p><i>Електрорушійні сили (ЕРС) провідника, витка, котушки, котушкової групи.</i></p> <p><i>Коефіцієнти укорочення і розподілення котушкових груп.</i></p> <p><i>Література:</i> [1] с. 87-90; [2] с.95-96.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Взаємозв'язок розміру полюсної поділки та швидкості руху обертового магнітного поля.</p>
17	<p><b>Лекція 17. ЕРС багатofазних обмоток ЕМ. Обмотувальний коефіцієнт обмотки. ЕРС обмоток від вищих і зубцевих гармонік магнітного поля.</b></p> <p><i>Способи зменшення ЕРС від вищих гармонік магнітного поля. Скіс пазів</i></p> <p><i>Література:</i> [1] с.89-97; [3] с.95-96; [4] с.385-402.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Скіс пазів в магнітопроводах статора і ротора.</p>
18	<p><b>Лекція 18. Двошарові петльові та хвильові обмотки.</b> <i>Обмотки з цілим та дробовим числом пазів на полюс та фазу. Паралельні гілки обмоток.</i></p> <p><i>Література:</i> [1] 100-103; [3] 108-111.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Приклади схем петльових і хвильових обмоток.</p>
19	<p><b>Лекція 19. Магніторушійні сили (МРС) обмоток змінного струму.</b></p> <p><i>Магніторушійні сили 1-, 2- та 3-фазної обмоток. Обертові хвилі МРС.</i></p> <p><i>Представлення пульсуючої МРС як суми двох обертових МРС різного напрямку руху. Обертові хвилі МРС вищих гармонік та визначення напрямку їх руху.</i></p> <p><i>Література:</i> [1] с.103-110; [3] 126-130.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Криві МРС для різних моментів часу.</p>
20	<p><b>Лекція 20. Магнітні поля в електричних машинах.</b> <i>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.</i></p> <p><i>Література:</i>[1] с.111-116; [3] с.144-151.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Вирази для магнітної провідності магнітних потоків розсіювання.</p>
21	<p><b>Лекція 21. Конструкція та принцип дії АМ з короткозамкненим та фазним ротором.</b> <i>Число витків і фаз ротора. Ковзання ротора. Переваги АМ з короткозамкненим ротором.</i></p> <p><i>Література:</i> [1] с.118-120; [3] с.165-169.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> АМ з литими обмотками ротора.</p>
22	<p><b>Лекція 22. АМ при нерухомому роторі.</b> <i>АМ при нерухомому роторі в режимах ХХ і КЗ. Приведення обмотки ротора до обмотки статора. АМ при нерухомому роторі в режимі навантаження.</i></p> <p><i>Література:</i> [1] с.120-122; [3] с.170-173.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Індукційний регулятор напруги.</p>

23	<p><b>Лекція 23. 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. Література: [1] с.122-128; [2] с.175-185.</p> <p>Завдання на СРС: Схема заміщення АМ з урахуванням втрат в сталі.</p>
24	<p><b>Лекція 24. Математична модель АМ.</b> Обґрунтування Т- подібної схеми заміщення АМ та її параметри. Обґрунтування Г- подібної схеми заміщення АМ та її параметри. Векторна діаграма АМ. Теоретичні основи побудови векторних діаграм АМ. Векторні діаграми в двигунному та генераторному режимах роботи. Література: [1] с.125-133; [2] с.185-188.</p> <p>Завдання на СРС: Фізичний зміст С коефіцієнту Г- подібної схеми заміщення</p>
25	<p><b>Лекція 25. Втрати, ККД та енергетична діаграма АМ.</b> Визначення основних складових втрат і ККД в АМ. Енергетичні діаграми в різних режимах роботи. Література: [1] с. 134-137; [2] с.193-194.</p> <p>Завдання на СРС: Втрати в роторі в гальмівному режимі роботи.</p>
26	<p><b>Лекція 26. 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. Література: [1] с.137-146.</p> <p>Завдання на СРС: Формула Клосса.</p>
27	<p><b>Лекція 27. Додаткові електромагнітні моменти в АМ.</b> Асинхронні паразитні електромагнітні моменти від вищих гармонік магнітного поля. Синхронні паразитні електромагнітні моменти. Література: [1] с.146-150.</p> <p>Завдання на СРС: Механічні характеристики АМ для вищих гармонік поля.</p>
<b>Усього 54 години</b>	

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

№ з/п	Назва лабораторного заняття	Години
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.	2
2	<b>Заняття 2.</b> Випробування генератора постійного струму з незалежним збудженням. Література: [6]	4
3	<b>Заняття 3.</b> Випробування генератора постійного струму з паралельним і змішаним збудженням. Література: [6].	4
4	<b>Заняття 4.</b> Випробування паралельної роботи генераторів постійного струму паралельного збудження. Література: [6].	4
5	<b>Заняття 5.</b> Випробування двигуна постійного струму паралельного і	

	змішаного збудження. <i>Література: [6].</i>	4
6	<b>Заняття 6.</b> Колоквіум по захисту лабораторних робіт по машинах постійного струму	2
7	<b>Заняття 7</b> Дослідження асинхронної машини з короткозамкненим ротором в режимах двигуна і генератора. <i>Література: [7]</i>	4
8	<b>Заняття 8.</b> Дослідження асинхронного двигуна з фазним ротором. <i>Література: [7]</i>	4
9	<b>Заняття 9.</b> Дослідження асинхронного двигуна в трифазному та однофазному режимах. <i>Література: [7]</i>	4
10	<b>Заняття 10.</b> Колоквіум по захисту лабораторних робіт по асинхронним машинам	4
<b>Усього 36 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> Принцип оборотності ЕМ – режими генератора і двигуна електричної машини.	1
2	<b>Завдання для СРС 2.</b> Сфери застосування МПС (транспорт, верстатобудування тощо).	2
3	<b>Завдання для СРС 3.</b> Алгоритми розрахунку магнітного кола МПС.	2
4	<b>Завдання для СРС 4.</b> Крок секції по реальних і елементарних пазах..	2
5	<b>Завдання для СРС 5.</b> Аналіз основних чинників, що впливають на ЕРС і електромагнітний момент МПС.	1
6	<b>Завдання для СРС 6.</b> Зміна характеру реакції якоря при зсуві щіток на колекторі.	2
7	<b>Завдання для СРС 7.</b> Методи зменшення втрат в МПС.	2
8	<b>Завдання для СРС 8.</b> Експериментальне визначення характеристик ГПС.	2
9	<b>Завдання для СРС 9.</b> Характеристик ГПС послідовного збудження.	2
10	<b>Завдання для СРС 10.</b> Стандартні типи ДПС, що виготовляються на електромашинобудівних підприємствах.	2
11	<b>Завдання для СРС 11.</b> Використання ДПС послідовного збудження як пусковий двигун на транспортних засобах.	2
12	<b>Завдання для СРС 12.</b> Експериментальне визначення характеристик ДПС.	2
13	<b>Завдання для СРС 13</b> Класифікація ступеня іскріння на колекторі МПС.	1
14	<b>Завдання для СРС 14.</b> Примусове охолодження електричних машин.	2
15	<b>Завдання для СРС 15.</b> Біжучі магнітні поля.	2
16	<b>Завдання для СРС 16.</b> Взаємозв'язок розміру полюсної поділки та швидкості руху обертового магнітного поля.	2
17	<b>Завдання для СРС 17.</b> Скіс пазів в магнітопроводах статора і ротора.	2
18	<b>Завдання для СРС 18.</b> Приклади схем петльових і хвильових обмоток.	2

19	<b>Завдання для СРС 19.</b> Криві МРС для різних моментів часу.	2
20	<b>Завдання для СРС 20.</b> Вирази для магнітної провідності магнітних потоків розсіювання.	1
21	<b>Завдання для СРС 21.</b> АМ з литими обмотками ротора.	2
22	<b>Завдання для СРС 22.</b> Індукційний регулятор напруги.	1
23	<b>Завдання для СРС 23.</b> Схема заміщення АМ з урахуванням втрат в сталі.	2
24	<b>Завдання для СРС 24.</b> Фізичний зміст С коефіцієнту Г- подібної схеми заміщення	1
25	<b>Завдання для СРС 25.</b> Втрати в роторі в гальмівному режимі роботи.	2
26	<b>Завдання для СРС 26.</b> Формула Клосса.	1
27	<b>Завдання для СРС 27.</b> Механічні характеристики АМ для вищих гармонік поля.	2
28	Підготовка до модульної контрольної роботи (частина 2)	2
29	Виконання РГР	12
<b>Усього годин 60</b>		

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

**Розрахунково-графічна робота.** Для закріплення та узагальнення отриманих знань з теорії електричних машин 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.

## 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)**

PCO розроблена згідно з «Положенням про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (затверджено та уведено в дію наказом № 1/273 від 14.09.2020 р.).

**Поточний контроль:** експрес-опитування, МКР, РГР.

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

**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)

Критерій 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 23 балів.

Критерії оцінювання

- повне і вчасне виконання – 21 ...23 балів (в залежності від якості оформлення);
- є окремі несуттєві помилки – 14...20 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 — 4. Максимальна кількість балів за 7 лабораторних робіт дорівнює:  $4 \text{ бали} * 7 = 28 \text{ бал}$ . Критерії оцінювання:
  - 1 бал — підготовка до роботи,
  - 1 бал — виконання лабораторної роботи,
  - 2 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:  $R_C = 3 + 23 + 6 + 28 = 60$  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 захист лабораторних робіт, 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
Менше 30	Не допущений	До екзамену не допущений

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

1. Конструкція і принцип дії машин постійного струму. Призначення колектора.
2. Способи і схеми збудження машин постійного струму.
3. Основні типи, схеми і характеристики якірних обмоток машин постійного струму (петльові, хвильові, прості, складні).
4. Машина постійного струму в режимі холостого ходу.
5. Явище реакції якоря в машинах постійного струму і чинники, що на неї впливають.
6. Математичні вирази і аналіз чинників, що впливають на величини ЕРС і електромагнітного моменту машини постійного струму
7. Генератори постійного струму. Схеми збудження. Характеристики.
8. Двигуни постійного струму із змішаним збудженням. Основні характеристики. Регулювання частоти обертання і стійкість роботи двигуна.
9. Колекторні двигуни послідовного збудження.
10. Комутація в машинах постійного струму і способи її покращення. Додаткові полюси.
11. Будова і принцип дії асинхронних машин.
12. Обмотки статора електричних машин змінного струму.
13. ЕРС обмоток змінного струму.
14. МРС обмоток змінного струму.
15. Рівняння, схема заміщення, векторна діаграма та втрати в АМ.
16. Вираз для електромагнітного моменту асинхронної машини.

Сілабус дисципліни складено: професором кафедри електромеханіки, д.т.н. Васьковським Ю.М. Ухвалено кафедрою електромеханіки ФЕА (протокол № 10 від 24.06.2026 р.)

*Погоджено Методичною комісією ФЕА (протокол № 6 від 27.06.2026)*