



ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електричні машини і апарати (electric machines and apparatus)</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна) та очна (денна) прискорена</i>
Рік підготовки, семестр	<i>Студенти загальної форми навчання - 3 курс, 5-й семестр Студенти прискореної форми навчання – 2 курс, 3-й семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР/РГР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>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.</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс Moodle https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2163</i>

Програма навчальної дисципліни

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

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

Метою навчальної дисципліни є вивчення студентами конструкції, принципу дії, фізичних процесів в машинах постійного струму, їх параметрів і характеристик, типових методів розрахунку і дослідження зазначених типів машин.

Предметом навчальної дисципліни є сукупність конструктивних параметрів та експлуатаційних характеристик сучасних машин постійного струму, 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 машин постійного струму в рамках освітньої програми "Електричні машини і апарати", які передбачені для первинних посад у певному виді економічної діяльності.

Знання: Принципи побудови та конструкції сучасних машин постійного струму, 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 машин постійного струму, критично аналізувати результати власної інженерно-технічної діяльності у контексті усього комплексу сучасних знань щодо електричних машин постійного 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», «Електричні машини 1».

Постреквізити: В структурно-логічній схемі навчального плану підготовки бакалаврів дисципліна «Електричні машини постійного струму» 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 змістовного модуля, а саме:

Змістовий модуль. Машини постійного струму.

Тема 1. Конструкція та принцип дії машин постійного струму (МПС).

Тема 2. ЕРС, електромагнітний момент та явище реакції якоря МПС.

Тема 3. Генератори постійного струму (ГПС).

Тема 4. Двигуни постійного струму (ДПС).

Тема 5. Комутація машин постійного струму.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

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

2. Курс: Електричні машини постійного струму (kpi.ua)

<https://do.ipk.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=53050>

3. Осташевський М. О., Юр'єва О. Ю. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.

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

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

6. 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.

7. 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.

Додаткові інформаційні ресурси:

8. Петров Г.Н. Электрические машины. М.: Энергия, ч. 1, 1974. – 240 с.

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

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. Призначення, області застосування та принцип дії МПС. Загальна конструкція МПС. Призначення колектора. Принцип дії СМ. <i>Література:</i> [1] с.272-276; [3] с. 341-343. <i>Завдання на СРС:</i> Сфери застосування МПС (транспорт, верстатобудування тощо).
2	Лекція 2. Будова та режими роботи МПС. Конструкція МПС. Конструкція колектора, як визначального вузла МПС. Класифікація МПС за способом збудження. <i>Література:</i> [1] с.276-278; [3] с.343-345. <i>Завдання на СРС:</i> Алгоритми розрахунку магнітного кола МПС.
3	Лекція 3. Магнітне коло машини постійного струму при холостому ході. Метод розрахунку магнітного кола машини постійного струму. Магнітне поле в повітряному проміжку, зубцях, полюсах та ярмі осердя якоря. <i>Література:</i> [1] с.276-279; [3] с.346-350. <i>Завдання на СРС:</i> Алгоритми розрахунку магнітного кола.
4	Лекція 4. Якірні обмотки МПС. Принцип виконання якірних обмоток машин постійного струму. Елементарні пази. Умови симетрії обмоток. ЕРС секції. <i>Література:</i> [1] с.279-284; [3] с.350 -361. <i>Завдання на СРС:</i> Крок секції по реальних і елементарних пазах.
5	Лекція 5. Схеми і виконання основних типів якірних обмоток. Прості та складні петльові і хвильові обмотки. Вибір типу якірних обмоток і розрахунок їх основних показників. <i>Література:</i> [1], с.284-293; [3] с.361-364. <i>Завдання на СРС:</i> Приклади якірних обмоток.
6	Лекція 6. ЕРС якоря та електромагнітний момент машин постійного струму. Математичні вирази для ЕРС і електромагнітного моменту МПС. <i>Література:</i> [1] с.293-296; [3] с.367-369. <i>Завдання на СРС:</i> Аналіз основних чинників, що впливають на ЕРС і електромагнітний момент МПС.
7	Лекція 7. Реакція якоря МПС. 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; [3] с.370-373. <i>Завдання на СРС:</i> Зміна характеру реакції якоря при зсуві щіток на колекторі.
8	Лекція 8. Методи компенсації реакції якоря МПС. Напруга між колекторними пластинами і компенсаційна обмотка. Зсув щіток, як спосіб зменшення негативного впливу реакції якоря. <i>Література:</i> [1] с.300-301; [3] с.373-375. <i>Завдання на СРС:</i> Конструкція компенсаційної обмотки.
9	Лекція 9. Втрати потужності і коефіцієнт корисної дії МПС. Перетворення енергії в МПС. Види втрат і вираз для ККД. Енергетичні діаграми МПС. <i>Література:</i> [1] с.295-296; [3] с.391-392.

	<i>Завдання на СРС: методи зменшення втрат в МПС.</i>
10	Лекція 10. Генератори постійного струм незалежного збудження. Генератори постійного струму незалежного збудження. Основні характеристики. <i>Література:</i> [1] с.314-320; [3] с.393-396. <i>Завдання на СРС:</i> Експериментальне визначення характеристик ГПС.
11	Лекція 11. Генератори постійного струму з самозбудженням. Генератори паралельного та змішаного збудження. Умови самозбудження ГПС. <i>Література:</i> [1] с.320-324; [3] с.397-405. <i>Завдання на СРС:</i> Характеристик ГПС послідовного збудження.
12	Лекція 12. Паралельна робота ГПС. Умови включення на паралельну роботу. Режими паралельної роботи. <i>Література:</i> [1] с.324-326. <i>Завдання на СРС:</i> Схеми перевірки умов включення ГПС на паралельну роботу.
13	Лекція 13. Двигуни постійного струму. Рівняння обертаючих моментів та напруги. Пуск двигунів постійного струму. <i>Література:</i> [1] с.326-328; [3] с.406-408. <i>Завдання на СРС:</i> Стандартні типи ДПС, що виготовляються на електромашинобудівних підприємствах.
14	Лекція 14. Характеристики двигунів постійного струму. Механічні та робочі характеристики. ДПС паралельного, послідовного та змішаного збудження. <i>Література:</i> [1] с.329-338; [3] с.409-418. <i>Завдання на СРС:</i> Використання ДПС послідовного збудження як стартерний двигун на транспортних засобах.
15	Лекція 15. Способи регулювання швидкості двигунів постійного струму. Регулювання напругою живлення і зміною струму збудження. <i>Література:</i> [1] с.338-348; [3] с.423-433. <i>Завдання на СРС:</i> Експериментальне визначення характеристик ДПС.
16	Лекція 16. Суть комутаційного процесу. Природа щіткового контакту та причини іскріння. Процес комутації, зміна струму в секціях, що комутують. <i>Література:</i> [1] с.301-305; [3] с.379-382. <i>Завдання на СРС:</i> Класифікація ступеня іскріння на колекторі МПС.
17	Лекція 17. Способи поліпшення комутації в МПС. Додаткові полюси. Зсув щіток на колекторі. Експериментальні методи перевірки комутації. <i>Література:</i> [1] с.306-312; [3] с.383-386. <i>Завдання на СРС:</i> Конструкція додаткових полюсів.
18	Лекція 18. Нагрів і охолодження МПС. Теплопередача в МПС. Основні режими роботи і можливі перевищення температури. Системи вентиляції МПС. <i>Література:</i> [4] с.151-170. <i>Завдання на СРС:</i> Примусове охолодження електричних машин.
Усього 36 годин	

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

№	Назва теми заняття та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Години
1	Заняття 1. Конструкція машин постійного струму. Загальна конструкція МПС. Призначення і конструкція колектора. Література: [1] с.272-276.	2
2	Заняття 2. Генераторний та двигунний режими роботи машин постійного струму. Схеми збудження МПС. Розв'язання задач. Література: [1], с.272-276. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
3	Заняття 3. Розрахунок магнітного кола МПС. Література: [1], с.276-279; [5], с.11-15; [6], с.8-15. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
4	Заняття 4. Схеми петльових і хвильових якірних обмоток МПС. Побудова схем петльових і хвильових якірних обмоток з заданими даними. Розв'язання задач. Література: [1], с.284-293; [6], с. 15-20. Завдання на СРС: Побудова прикладів схем якірних обмоток.	2
5	Заняття 5. Розрахунки втрати потужності і коефіцієнта корисної дії МПС. Побудова схем хвильових якірних обмоток з заданими даними. Розв'язання задач. Література: [1], с.284-293; [6], с. 15-20. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
6	Заняття 6. Розрахунок ЕРС якоря та електромагнітного моменту МПС. Розв'язання задач. Література: [1], с.284-293; [6], с. 15-25. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
7	Заняття 7. Розрахунок характеристик генераторів постійного струму. Розрахунок характеристик ГПС. Розв'язання задач. Література: [1], с.320-324; [5], с.23-24. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
8	Заняття 8. Розрахунок характеристик двигунів постійного струму. Розрахунок характеристик ДПС. Модульна контрольна робота. Література: [1], с.329-338. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
9	Заняття 9. Залік	2
Усього 18 годин		

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

№ з/п	Назва лабораторного заняття	Години
5	Заняття 1. Випробування генератора постійного струму з незалежним збудженням. Література: [1], с.177-193; [8], с.51-57.	4
6	Заняття 2. Випробування генератора постійного струму з паралельним і змішаним збудженням. Література: [1], с.177-193; [8], с.58-64.	4

7	Заняття 3. Випробування паралельної роботи генераторів постійного струму паралельного збудження. <i>Література: [1], с.193-198; [8], с.73-77.</i>	4
8	Заняття 4. Випробування двигуна постійного струму паралельного і змішаного збудження. <i>Література: [1], с.201-221; [8], с.78-88.</i>	4
9	Заняття 5. Колоквіум по захисту 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 МПС (транспорт, верстатобудування тощо).	2
2	Завдання для СРС 2. Алгоритми розрахунку магнітного кола МПС. Крок секції по реальних і елементарних пазах.	2
3	Завдання для СРС 3. Алгоритми розрахунку магнітного кола МПС.	2
4	Завдання для СРС 4. Крок секції по реальних і елементарних пазах.	1
5	Завдання для СРС 5. Приклади якірних обмоток.	2
6	Завдання для СРС 6. Аналіз основних чинників, що впливають на ЕРС і електромагнітний момент МПС.	2
7	Завдання для СРС 7. Зміна характеру реакції якоря при зсуві щіток на колекторі.	2
8	Завдання для СРС 8. Конструкція компенсаційної обмотки.	2
9	Завдання для СРС 9. Методи зменшення втрат в МПС.	2
10	Завдання для СРС 10. Експериментальне визначення характеристик ГПС.	2
11	Завдання для СРС 11. Характеристик ГПС послідовного збудження.	2
12	Завдання для СРС 12. Схеми перевірки умов включення ГПС на паралельну роботу	1
13	Завдання для СРС 13. Стандартні типи ДПС, що виготовляються на електромашинобудівних підприємствах.	2
14	Завдання для СРС 14. Використання ДПС послідовного збудження як стартерний двигун на транспортних засобах.	2
15	Завдання для СРС 15. Експериментальне визначення характеристик ДПС.	2
16	Завдання для СРС 16. Класифікація ступеня іскріння на колекторі МПС.	1
17	Завдання для СРС 17. Конструкція додаткових полюсів.	2
18	Завдання для СРС 18. Примусове охолодження електричних машин.	3
19	Підготовка до модульної контрольної роботи (частина 2)	2
20	Виконання РГР	12
Усього годин 48		

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

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, виконання та захист лабораторних робіт, виконання завдань під час практичних занять.

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

Семестровий контроль: залік.

PCO передбачає оцінювання результатів навчання здобувача вищої освіти впродовж семестру – проходження або виконання певних видів робіт, передбачених заходами поточного контролю. Оцінювання результатів навчання здійснюється за 100-бальною шкалою.

Умови допуску до семестрового контролю: обов'язковими умовами допуску до семестрового контролю є: виконання модульної контрольної роботи, виконання та захист лабораторних робіт, кількість балів, передбачених заходами поточного контролю – 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 та захист лабораторних робіт;
- виконання розрахункових завдань при проведенні практичних занять.

Бальне оцінювання певних видів робіт, передбачених заходами поточного контролю:

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал за одне експрес-опитування – 2 бали.

Максимальна кількість балів на одного студента дорівнює: 2 бали * 5 опитувань = 10 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 1 бал;
- активна участь в обговоренні матеріалу лекції з правильними відповідями – 2 бали.

Модульна контрольна робота

Максимальна кількість балів за виконання МКР дорівнює 20 балів.

Критерії оцінювання:

- повна відповідь на запитання (більше 90% матеріалу) 16..17 балів;
- неповна відповідь на запитання (від 50 до 90% матеріалу) - 8.. 15 балів;
- відповідь містить менше 50 % правильних відповідей – 0 балів;

Практичні заняття

Оцінюються відповіді і виконання практичних завдань (розв'язання задач, побудова схем обмоток тощо). Максимальна кількість балів, які студент може отримати під час проведення практичних занять – 30 балів.

Критерії оцінювання:

- правильне і якісне виконання усіх практичних завдань 29...30 балів;
- неповне або помилкове виконання практичних завдань (від 50 до 90%) - 8... 28 балів;
- невиконання практичних завдань або їх виконання з суттєвими помилками – 0...7 балів;

Лабораторні роботи

- Ваговий бал за одну лабораторну роботу — 10. Максимальна кількість балів за 4 лабораторні роботи дорівнює:

10 балів*4 = 40 балів.

Критерії оцінювання:

- 2 бали — підготовка до роботи,
- 4 бали — виконання лабораторної роботи,
- 4 бали — захист лабораторної роботи.

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів, які студент може отримати протягом семестру складає:

$$R_c = 10 + 20 + 30 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку але мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, викладач проводить семестровий контроль у вигляді **залікової контрольної роботи (ЗКР) або співбесіди**.

У разі проведення ЗКР (співбесіди), результуюча сума балів по дисципліні визначається як сума балів безпосередньо за результатами ЗКР (співбесіди) та балів за виконання лабораторних робіт. У цьому випадку розмір шкали оцінювання безпосередньо ЗКР (співбесіди) зменшується на максимальне значення балів, передбачених за виконання лабораторних робіт і складає у даному випадку $100 - 40 = 60$ балів. Таким чином при проведенні ЗКР студент максимально може отримати також 100 балів (60 балів ЗКР і 40 балів за лабораторні роботи).

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, то попередній рейтинг здобувача скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи (співбесіди). Цей варіант формує відповідальне ставлення здобувача до прийняття

рішення про виконання залікової контрольної роботи, змушує його критично оцінити рівень своєї підготовки та ретельно готуватися до заліку.

Критерії оцінювання ЗКР

- повні і правильні відповіді на усі поставлені запитання $R_3 = 55 - 60$ балів;
- відповіді з певними несуттєвими похибками $R_3 = 45 - 54$ бали (в залежності від кількості похибок);
- відповідь без суттєвих помилок, але не з повним обсягом потрібної інформації $R_3 = 30 - 44$ бали;
- неповна відповідь з певними помилками $R_3 = 20-29$ балів;
- неповна відповідь зі значною кількістю помилок, але які не є принциповими $R_3 = 8-19$ балів;
- повністю неправильна відповідь або відсутність відповіді – 0 балів.

Таблиця відповідності сумарних рейтингових балів оцінкам за наступною шкалою:

Сумарна кількість балів R_p	Оцінка	Результат
95-100	Відмінно	зараховано
85-94	Дуже добре	
75-84	Добре	
65-74	Задовільно	
60-64	Достатньо	
Менше 60	Незадовільно	Не зараховано
Менше 30	Не допущено	Не допущено

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Конструкція і принцип дії машин постійного струму. Призначення колектора. Поняття про комутацію.
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. Порівняльний аналіз явищ реакції якоря в синхронній машині і машині постійного струму.
7. Математичні вирази і аналіз чинників, що впливають на величини ЕРС і електромагнітного моменту машини постійного струму
8. Генератори постійного струму. Схеми збудження. Характеристики.
9. Двигуни постійного струму із змішаним збудженням. Основні характеристики. Регулювання частоти обертання і стійкість роботи двигуна.
10. Колекторні двигуни послідовного збудження.
11. Комутація в машинах постійного струму і способи її покращення. Додаткові полюси.

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.)