



# СПЕЦІАЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G «Інженерія, виробництво та будівництво»
Спеціальність	G3 «Електрична інженерія»
Освітня програма	<b>Електричні машини і апарати</b> (Electrical machines and apparatus)
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)/заочна/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=9f535d05-ccd4-4f3a-983e-966c052418db">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=9f535d05-ccd4-4f3a-983e-966c052418db</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доктор філософії Ткачук Ігор Валерійович, 0979885124 Лабораторні роботи: доктор філософії Ткачук Ігор Валерійович, 0979885124
Розміщення курсу	

### Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «СПЕЦІАЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів знань про конструкцію, принцип дії та застосування спеціальних електричних машин у будівельній техніці. Предмет навчальної дисципліни – є спеціальні електричні машини для будівельної техніки, які широко використовуються в різних галузях промисловості. Програмні результати навчання:

**Компетенції:** (ЗК1-10) Здатність застосовувати знання на практиці; Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; Здатність спілкуватися іноземною мовою; Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій; Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; Здатність приймати обґрунтовані рішення; Готовність та здатність високоякісно виконувати роботу як самостійно так і колективно та приймати рішення в межах своїх професійних знань та компетенцій;

Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня; Здатність діяти соціально відповідально та свідомо. (ФК 2, 4-6, 10-13, 17) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням апарату вищої математики, загальної фізики та теоретичної електротехніки; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії; Усвідомлення необхідності підвищення енергоефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; Готовність до надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах; Здатність ідентифікувати, одержувати й розміщати необхідні дані, планувати й проводити аналітичні і експериментальні дослідження та моделювання електричних машин і апаратів, критично оцінювати дані й робити висновки; Здатність ефективно використовувати нові технології в процесі модернізації та реконструкції електричного обладнання, електричних машин та апаратів, електричного транспорту, електричних пристроїв, систем та комплексів.

Знання: типи спеціальних електричних машин, режими роботи будівельних механізмів, методи регулювання швидкості. Уміння: обирати двигун для будівельної техніки, аналізувати навантаження, оцінювати режими роботи

Досвід: студент повинен отримати навички роботи з спеціальними електричними машинами для будівельної техніки, методами їх експериментального дослідження, ознайомитися з технологічними засобами виробництва, а також з досягненнями та проблемами в галузі сучасного електромашинобудування.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини». При вивченні спеціальних електричних машин для будівельної техніки потрібні також знання з інженерної графіки, електротехнічних матеріалів, прикладної механіки, основам метрології та електричним вимірюванням. Значну увагу приділено аналізу сфери застосування високоенергетичних постійних магнітів та їх впливу на розвиток різноманітних галузей промисловості; передує вивченню дисциплін «Автоматизований електропривід», «Проектування електромеханічних систем».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на 5 Блоків, а саме:

Блок 1: Вступ. Електроприводи будівельної техніки

Блок 2: Асинхронні двигуни спеціального виконання

Блок 3: Синхронні двигуни та PMSM

Блок 4: Двигуни постійного струму

Блок 5: BLDC двигуни

3. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Кравченко В.О. «Електричні машини з постійними магнітами». – Київ: НТУУ «КПІ», 2020.
2. Білоусенко М.П. **Електричні машини спеціального призначення**. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022.  
Coeu J.M.D. *Magnetism and Magnetic Materials*. – Cambridge University Press, 2019.  
Pyrhönen J., Jokinen T., Hrabovcová V. "Design of Rotating Electrical Machines". – Wiley, 2014.
3. Electric Machinery Fundamentals – Stephen J. Chapman, 2020.
4. Electrical Machines, Drives and Power Systems – Theodore Wildi, 2021.
5. Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles – Mehrdad Ehsani et al., 2019.

#### Навчальний контент

#### 4. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

##### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступ. Роль електричних машин в будівельній техніці Класифікація будівельних машин Вимоги до електроприводів Умови експлуатації літературні джерела [1], с.8-29.
2	Асинхронні двигуни спеціального призначення Конструкції для важких режимів Пускові характеристики Робота в перевантаженнях літературні джерела [1], с.38-54;
3	Синхронні машини в будівельній техніці Синхронні двигуни Машини з постійними магнітами (PMSM) Переваги в приводах літературні джерела [2],с.57-89.
4	Двигуни постійного струму Особливості регулювання Пуск і гальмування Використання в кранах, лебідках літературні джерела [2], с.77-101.
5	Безколекторні двигуни (BLDC) Принцип роботи Системи керування Застосування в мобільній техніці літературні джерела [4],с.11-26
6	Крокові та серводвигуни Точні приводи Системи позиціонування Використання в автоматизації

	літературні джерела [5], с.56-74
7	Електроприводи будівельних механізмів Крани Екскаватори Підйомні механізми літературні джерела [5], с.26-44
8	Пуск, гальмування та регулювання Частотне регулювання Гальмівні режими Енергоефективність літературні джерела [1], с.4-20.
9	Надійність та захист електричних машин Перегрів Захист від перевантажень Робота в пилу та волозі літературні джерела [4], с.30-53
10	Сучасні тенденції Електрифікація будівельної техніки Гібридні системи Smart-приводи літературні джерела [4] с.127-132

## Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Дослідження пускових характеристик асинхронного двигуна Визначення пускового струму Аналіз моменту
2	Дослідження регулювання швидкості двигуна Частотне керування Побудова механічних характеристик
3	Дослідження роботи двигуна в перевантаженні Теплові режими Оцінка надійності
4	Дослідження електроприводу підйомного механізму Режими роботи Гальмування Аналіз енергоспоживання

### 5. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	12
2	Розв'язок завдань	8
3	Підготовка до заліку	10

### 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 призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах, участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання практичних завдань.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання лабораторних робіт передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту 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 дисципліни «Монтаж та експлуатація електричних машин – 1»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах 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, здача лабораторних робіт

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за роботу на лабораторних та лекційних заняттях, модульний контроль, семестровий рейтинг більше 40 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання двох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Здача лабораторних робіт	Rc	Rзал	R
16	54	70	30	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 2 бали \* 8 = 16 балів. Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 2;  
Здача лабораторних робіт

Ваговий бал — 6. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях дорівнює: 3 бали\*4 = 24 балів.

Критерії оцінювання:

- 2 бали — допуск до виконання лабораторної роботи,
- 2 бали — правильність виконання розрахунків та оформлення протоколу,
- 2 бали — захист лабораторної роботи.

## Модульна контрольна робота

Ваговий бал — 15. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює:  $15 \text{ балів} * 2 = 30$  балів. Критерії оцінювання:

- 15 балів - повна обґрунтована відповідь,
- 8 ... 10 балів - недостатньо обґрунтована відповідь,
- 6...7 балів - наявність 1- 2 помилок,
- 3 бали - необґрунтована відповідь з помилками.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

### Форма семестрового контролю – залік

Залікова робота складається із теоретичних запитань, виконаних в формі тестувань.

#### Критерії оцінювання заліку

Рейтинг  $R_c \geq 0,6 * R$ , тобто 70 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг  $R_c$  в межах  $(0,4 - 0,59) * R$ , тобто 28 – 41 балів – студенти складають залік.

Максимальний рейтинг заліку  $R_z = 30$  балів.

Рейтинг заліку  $R_z = 23 - 30$  балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг заліку  $R_z = 15 - 22$  бали – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть електромагнітних процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг заліку  $R_z = 6 - 14$  балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг заліку  $R_z \leq 6$  балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті електромагнітних процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента) Перелік

тем, які виносяться на семестровий контроль

### Основи роботи електричних двигунів:

1. Основи магнетизму
2. Класифікація магнітних матеріалів
3. Феромагнетизм і доменна структура
4. Процеси намагнічування
5. Петля гістерезису
6. Основні магнітні характеристики ( $B_r$ ,  $H_c$ ,  $(BH)_{max}$ )
7. Втрати в магнітних матеріалах
8. Типи постійних магнітів (ферити, AlNiCo, NdFeB, SmCo)
9. Високоенергетичні постійні магніти
10. Температурні властивості магнітів
11. Точка Кюрі
12. Розмагнічування та його види
13. Магнітні кола
14. Робоча точка магніту
15. Розрахунок магнітних систем
16. Застосування магнітів в електричних машинах

17. BLDC та PMSM двигуни
18. Сучасні технології виготовлення магнітів
19. Перспективи розвитку магнітних матеріалів

Технологічні інновації:

Використання програмного забезпечення для моделювання двигунів.

Вплив цифровізації на розвиток систем керування.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доктором філософії кафедри електромеханіки ФЕА, старшим викладачем Ткачуком І.В.

Ухвалено кафедрою електромеханіки ФЕА(протокол № від р.)

Погоджено Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № від р.)

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.