

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Київський інститут залізничного транспорту

Факультет інфраструктури та рухомого складу залізниць

Кафедра електромеханіки та рухомого складу залізниць

Затверджую

Завідувач кафедри електромеханіки та
рухомого складу залізниць

Ткаченко В.П.

протокол № 7 від 20.02.2024

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Викладач	Кандидат технічних наук, доцент Дубравін Юрій Федорович
Контактний телефон	+38(097)52-10-836
Е-mail	dubravin_yf@gsuite.duit.edu.ua
Навчальна дисципліна	Системи керування електричного рухомого складу
Офіційна назва освітньої програми	«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 – електрична інженерія
Спеціальність	141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Обсяг дисципліни в кредитах ECTS	4 кредити ЕКПІ
Статус дисципліни (обов'язкова, вибіркова)	Цикл дисциплін професійної підготовки, обов'язкова
Мета вивчення дисципліни	Метою викладання навчальної дисципліни «Системи керування електричного рухомого складу» є вивчення структури, принципу дії, теорії роботи електричного обладнання, особливостей їх конструктивного виконання, електричних схем систем управління ЕРС, що експлуатується та перспективному ЕРС.
Інтегральна компетентність	Здатність використовувати в практичній діяльності набуті знання щодо аналізу роботи, експлуатації і технічного обслуговування пристроїв систем автоматичного керування електрорухомим складом, при модернізації систем автоматичного керування ЕРС, що знаходиться в експлуатації та автоматичних систем управління нових типів ЕРС, обладнаних мікропроцесорною системою управління. В результаті вивчення дисципліни студент повинен набути загальних і фахових компетентностей, передбачених ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».
Загальні компетентності	ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК 06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ЗА ТЕМАМИ

Змістовий модуль 1. Системи керування ЕРС постійного струму

Тема 1. Призначення та класифікація СК ЕРС

План теми:

1. Призначення систем керування ЕРС.
2. Рівні автоматизації систем керування ЕРС.
3. Основні функції систем керування ЕРС.
4. Реалізація задач систем керування ЕРС.
5. Класифікація систем керування ЕРС по роду струму в контактній мережі.
6. Класифікація ЕРС по тягових двигунах (ТЕД).
7. Класифікація систем керування ЕРС за типами перетворювачів.
8. Показники якості систем керування ЕРС.

Тема 2. Системи керування ЕРС постійного струму в тяговому режимі

План теми:

1. Способи регулювання напруги на ТЕД.
2. Загальні принципи реостатного пуску.
3. Принципи регулювання швидкості і сили тяги колекторних ТЕД постійного струму.
4. Регулювання сили тяги і швидкості ЕРСЗ за рахунок зміни напруги на тягових електродвигунах.
5. Перегрупування тягових двигунів, способи та особливості перегрупування.
6. Умови плавного реостатного пуску.
7. Імпульсне регулювання напруги.

Тема 3. Системи керування збудженням тягових електродвигунів

План теми:

1. Способи регулювання збудження тягових електродвигунів.
2. Характеристики ТЕД при ослабленому збудженні.
3. Перехідні процеси при регулюванні збудження тягового двигуна.
4. Незалежне збудження ТЕД при імпульсному регулюванні напруги .

Тема 4. Системи керування ЕРС постійного струму в режимі реостатного гальмування.

План теми:

1. Умови електричного гальмування.
2. Реостатне гальмування.
3. Реостатне гальмування з послідовним збудженням ТЕД.
4. Реостатне гальмування при послідовному збудженні ТЕМ .
5. Реостатне гальмування при паралельному з'єднанні ТЕМ .
6. Реостатне гальмування при незалежному збудженні ТЕМ.

Тема 5. Системи керування ЕРС постійного струму в режимі рекуперативного гальмування.

План теми:

1. Рекуперативне гальмування. Рекуперативне гальмування із стабілізуючим резистором.
2. Рекуперативне гальмування з проти-збудженням збудника.
3. Рекуперативне гальмування з циклічною стабілізацією.
4. Рекуперативне гальмування з циклічною стабілізацією.
5. Рекуперативно реостатне гальмування.
6. Імпульсне регулювання напруги ТЕД при рекуперативному гальмуванні.

Змістовий модуль 2. Системи керування ЕРС однофазно-постійного струму

Тема 6. Системи керування ЕРСЗ однофазного струму в тяговому режимі

План теми:

1. Схеми випрямлення однофазного струму.
2. Пульсації випрямленого струму.
3. Вплив пульсацій випрямленого струму на роботу тягових електродвигунів.
4. Заходи щодо поліпшення роботи двигунів пульсуючого струму.

Тема 7. Комутація напівпровідникових приладів випрямних установок

План теми:

1. Процес комутації, її особливості.

2. Вплив пульсацій випрямленого струму на величину напруги.
3. Зовнішня характеристика випрямляча.

Тема 8. Системи регулювання напруги на ТЕД

План теми:

1. Амплітудне регулювання з боку нижчої напруги тягового трансформатора та його особливості.
2. Вимоги до систем амплітудного регулювання.
3. Схема з перехідним реактором.
4. Зустрічне та узгоджене включення обмоток.
5. Амплітудне регулювання з боку вищої напруги тягового трансформатора.
6. Особливості регулювання з боку вищої напруги (ВН).

Тема 9. Фазове регулювання випрямленої напруги

План теми:

1. Схеми фазового регулювання випрямленої напруги.
2. Фазовий регулювання для мостової схеми.
3. Безконтактне зонно-фазове регулювання випрямленої напруги.

Тема 10. Електричне гальмування на ЕРС однофазно-постійного струму

План теми:

1. Електричне гальмування при незалежному збудженні.
2. Характеристики реостатного гальмування з незалежним збудженням.
3. Принципи рекуперативного гальмування ЕРС однофазно-постійного струму.
4. Умови рекуперативного гальмування ЕРС однофазно-постійного струму.
5. Принципи рекуперативного гальмування ЕРС однофазно-постійного струму.
6. Зонно-фазове регулювання при рекуперативному гальмуванні.

Змістовий модуль 3. Системи керування ЕРС з асинхронним тяговим електроприводом

Тема 11. Переваги та особливості живлення асинхронних тягових двигунів

План теми:

1. Порівняння показників асинхронних і колекторних тягових двигунів.
2. Переваги АТД у порівнянні з колекторними двигунами.
3. Живлення АТД від статичного перетворювача.

Тема 12. Схемотехніка сучасного ЕРС змінного і постійного струму з АТД

План теми:

1. Функціональна схема асинхронного тягового електропривода.
2. Двосистемний ЕРС з асинхронним тяговим електроприводом.
3. Особливості застосування та роботи 4QS перетворювачів.
4. Ланка постійної напруги.
5. Чотириквadrантний перетворювач.
6. Робота однофазного моста в режимі інвертування.
7. Робота асинхронних тягових двигунів з інвертором напруги.

Тема 13. Режим роботи ЕРС з асинхронними тяговими двигунами. Закони регулювання роботи ЕРС

План теми:

1. Регулювання швидкості руху в режимі тяги.
2. Режим рекуперативного гальмування.
3. Особливості паралельної роботи АТД.
4. Оптимальний закон частотного керування АТД.
5. Початкова стадія пуску ($0 - V_{ном}$).
6. Діапазон швидкостей від $V_{ном}$ до $V_{мах}$.

Тема 14. Система керування асинхронним приводом.

План теми:

1. Принципи управління ЕРС з АТД.
2. Система прямого керування моментом.

Тема 15. Система керування електроприводом з вентильними електродвигунами

План теми:

1. Конструктивні особливості електроприводів із вентильними двигунами.
2. Способи регулювання швидкості й сили тяги ЕРС з вентильними двигунами.

РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Програмні результати навчання, які повинні бути досягнуті після опанування дисципліни «Системи керування електричного рухомого складу» передбачені ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» :

Шифр	Програмні (очікувані) результати навчання
ПР02	Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань
ПР03	Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем залізничного транспорту.
ПР06	Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
ПР09	Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.
ПР10	Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР18	Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням
------	---

ФОРМИ ПОТОЧНОГО І ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль проводиться у формі дистанційного оцінювання виконаних практичних завдань в межах електронного навчально-методичного комплексу дисципліни (ЕНМКД), на сервері ДУІТ «Дистанційні технології навчання – Moodle». Доступ студентів до задач здійснюється через Internet за індивідуальним логіном і паролем.

Підсумковий контроль – залік – виставляється за результатами виконання практичних завдань протягом семестру.

Критерії оцінювання результатів навчання

Максимальна оцінка за семестр – 100 балів – «зараховано». .

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною шкалою / Grade according to 100-points scale	Оцінка за національною шкалою / Grade according to national scale		Оцінка за шкалою ЄКТС / Grade according to ECTS scale	Пояснення
	Диференційована оцінка / Differentiated grade	Недиференційована оцінка / Undifferentiated grade		
90-100 – творчий рівень / creative level	«Відмінно» / «Excellent»	«Зараховано» / passed	A	«Відмінно» – теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, передбачені програмою, виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою
82-89 – високий рівень / high level	«Добре» / «Good»		B	«Дуже добре» – теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, передбачені програмою, виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів близьким до максимального з 2-3

				незначними помилками
75-81 – достатній рівень / sufficient level			C	«Добре» –теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, передбачені програмою, виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота з декількома незначними помилками, або 1-2 значними помилками
64-74 задовільний рівень / satisfactory level			D	«Задовільно» – теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачені програмою навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки, робота з 3 значними помилками
60-63 задовільний рівень / satisfactory level			E	«Достатньо» – теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчальних завдань не виконані, або виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального, робота, що задовольняє мінімум критеріїв оцінки.
	«Задовільно» / «Satisfactory»			

35-59 низький рівень / low level	«Незадовільно» з можливістю повторного складання	«Не зараховано» з можливістю повторного складання / Failed with possibility to repass the credit	FX	«Умовно не задовільно» – теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програмою навчальних завдань не виконано, або їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального, при додатковій самостійній роботі над матеріалами курсу можливе підвищення якості виконання практичних завдань з можливістю повторного складання, робота потребує доробки.
0-34 незадовільний рівень / unsatisfactory level	«Незадовільно» з обов’язковим повторним вивченням дисципліни / “Unsatisfactory” with the compulsory repeated of the course	«Не зараховано» з обов’язковим повторним вивченням дисципліни / Failed” with the compulsory repeated of the course	F	«Безумовно не задовільно» – теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі передбачені програмою навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над курсом не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота потребує повної переробки.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубравін Ю.Ф. (2023). Системи керування електричного рухомого складу. *Електронний навчально-методичний комплекс дисципліни / САЙТ дистанційного навчання Київського інституту залізничного транспорту. Платформа Moodle 4.0.1.* <https://irsz.duit.edu.ua/course/view.php?id=41>
2. Пасько, О. В., & Рогаль, В. В. (2020). Електричне обладнання локомотивів. <http://surl.li/sjmn1>
3. Хворост, М. В., Шпіка, М. І., & Бесараб, А. І. (2012). Тяговий асинхронний електропривод для міського електротранспорту. *Енергосбереження. Енергетика. Енергоаудит*, (3 (97)). <http://surl.li/sjmlc>
4. Хворост, М. В., Далека, В. Х., & Воронов, Р. В. (2017). Удосконалення системи управління технічним станом рухомого складу метрополітену. *Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура*, (139), 22-25 <http://surl.li/sjmhh>
5. Кульбашна, Н. І. Безпека руху і гальмівні системи: Методичні вказівки до самостійної роботи студентів (для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання спеціальності 6.092202–„Електричний транспорт”)(№ 1651). <http://surl.li/sjmjb>
6. Шпіка, М. І. Конспект лекцій з дисципліни «Системи керування електроприводами»(для студентів 3 і 4 курсів усіх форм навчання напряму підготовки 0922 (6.050702)–«Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»). <http://surl.li/sjmpe>