

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Потік 4 АЕ

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор з НІПР

професор _____ С.Я. Ходирєв

“ ___ ” _____ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни	<u>Моделювання електромеханічних систем</u>
	(назва навчальної дисципліни згідно освітньої програми)
підготовки	<u>бакалавра</u>
	(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)
в галузі знань	<u>14 «Електрична інженерія»</u>
	(шифр і назва галузі знань)
спеціальності	<u>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u>
	(шифр і назва спеціальності)
за освітньою програмою¹	<u>«Електромобілі та автомобільна електроніка»</u>
	(назва освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми)
мова навчання	<u>державна</u>
	(мова, на якій проводиться навчання за робочою програмою)

2020 рік

¹ якщо програма навчальної дисципліни розроблена для декількох освітніх програм за даною спеціальністю, то вказуються усі освітні програми

1. Мета вивчення навчальної дисципліни

1.1. Метою вивчення навчальної дисципліни є підготовка бакалавра у галузі електротехніки та електромеханіки за рахунок навчання та формування практичних навиків використання методів комп'ютерного моделювання електромеханічних систем, проектування та вибір електромеханічних систем для автотранспортних засобів та вивчення закономірностей функціонування та експлуатації електромеханічних систем автотранспортних засобів різного ступеня складності

1.2. Предметом вивчення навчальної дисципліни є принципи роботи електромеханічних систем та основи комп'ютерного моделювання фізичних процесів, електромеханічних пристроїв, систем та автотранспортних засобів, у тому числі тягово- швидкісних характеристик гібридних транспортних засобів.

1.3. Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- формування у студентів сукупності знань, вмінь і уявлень з основних понять та методів моделювання електромеханічних систем,

- придбання навиків аналізу та комп'ютерного моделювання різноманітних електромеханічних систем,

- придбання теоретичних та практичних навичок комп'ютерного розрахунку електротехнічних схем,

- вивчення та засвоєння студентами особливостей комп'ютерного моделювання електромеханічних систем автотранспортних засобів, у тому числі в гібридних автомобілях,

- формування спроможності самостійного засвоєння знань та вмінь комп'ютерного моделювання електромеханічних систем, розвиток пізнавального хисту студентів, раціональних прийомів оволодіння знаннями та застосування цих знань на практиці.

2. Передумови для вивчення дисципліни: Вища математика (Диференціальне обчислення, Інтегральне обчислення, Рівняння першого порядку. Рівняння другого порядку. Системи диференціальних рівнянь); Спеціальні розділи математики (Теорія комплексних чисел, Теорія функцій комплексного змінного); Фізика (Електрика та магнетизм), ТОЕ (Розрахунок електричних кіл), Електричні машини (Вентильні електричні машини, асинхронні двигуни), «Теорія автоматичного керування» (перетворення Лапласа, Передаточні функції, системи керування), «Теорія електропривода» (Електропривод транспортних засобів), «Автомобільна електроніка» (Елементна база, Підсилювачі сигналів, цифрова електроніка), «Електричні системи АТЗ» (електричні системи та комплекси транспортних засобів)

(вказати які дисципліни передують її вивченню)

3. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни		
	денна форма навчання	заочна форма навчання ²	
Кількість кредитів - <u>8</u> . Кількість годин - <u>240</u> .	<u>обов'язкова</u> . (обов'язкова, вибіркова)		
Семестр викладання дисципліни	<u>7</u> .	<u>8</u> .	(порядковий номер семестру)
Вид контролю	<u>екзамен.</u>	<u>екзамен.</u>	(залік, екзамен)
Розподіл часу:			
- лекції (годин)	<u>32</u> .	<u>16</u> .	_____
- лабораторні роботи (годин)	<u>16</u> .	<u>16</u> .	_____
- практичні заняття (годин)			_____
- самостійна робота студентів (годин)	<u>42</u>	<u>28</u>	_____
- курсовий проект (годин)			_____
- курсова робота (годин)		<u>30</u>	_____
- розрахунково-графічна робота (контрольна робота)			_____
- підготовка та складання екзамену (контрольна робота)	<u>30</u> .	<u>30</u> .	_____

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

1.4. По завершенні вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- властивості та закони функціонування електромеханічних та електричних систем;

- основи методології моделювання сучасних електромеханічних систем;

- принципи та програми комп'ютерного моделювання електромеханічних систем;

- основні структурні компоненти електромеханічних систем та їх перехідні характеристики;

- основи функціонування електромеханічних систем, які використовуються в електрообладнанні автотранспортних засобів;

- особливості функціонування електромеханічних систем в гібридних силових установках автомобілів;

- задачі, що вирішуються за допомогою комп'ютерного моделювання електромеханічних систем.

вміти:

- проводити дослідження та розрахунок електричних кіл постійного та синусоїдального струму у MATLAB;

- проводити дослідження та розрахунок двигунів постійного струму з незалежним та паралельним збудженням у MATLAB;

² Якщо дисципліна на заочній (дистанційній) формі навчання не викладається, то графа "заочна форма навчання" відсутня.

- проводити дослідження та розрахунок синхронного генератора у MATLAB;

- аналізувати та проводити структурне та параметричне моделювання гібридної силової установки автомобіля (двигун внутрішнього згоряння та електричний двигун) у MATLAB;

- визначити висновки за результатами моделювання;

- самостійно вивчати науково-технічну літературу з електротехніки та моделюванню.

5. Критерії оцінювання результатів навчання навчальні досягнення студентів оцінюються за 100-бальною шкалою, шкалою ЄКТС і національною шкалою:

(п.2.4 листа МОН №1/9-434 від 09 липня 2018 року)

№	Сума балів	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
			екзамен	залік
1	90-100	A	відмінно	зараховано
2	80-89	B	добре	
3	75-79	C		
4	67-74	D		
5	60-66	E	задовільно	не зараховано
6	35-59	FX	незадовільно	
7	1-34	F		

- оцінка "відмінно" виставляється студенту, що вільно володіє програмним матеріалом, повно, послідовно, логічно і доладно викладає відповіді на питання контрольної роботи;

- оцінка "добре" виставляється студенту, що твердо володіє програмним матеріалом, грамотно викладає відповіді на питання контрольної роботи. Але при викладенні матеріалу допускаються деякі помилки або питання розкриті не повністю;

- оцінка "задовільно" виставляється студенту, що твердо володіє основним програмним матеріалом. Але під час відповіді на питання допускає помилки в визначенні і формулюваннях, зазнає скрути під час розрахунку задач і відповідях на питання;

- оцінка "незадовільно" виставляється студенту, що слабо володіє основним програмним матеріалом, допускає грубі помилки в формулюваннях і при виводі основних залежностей. На запитання контрольної роботи відповіді не дані або дані невірні.

6. Засоби діагностики результатів навчання пакет ККР, модульні завдання

(п.2.5 листа МОН №1/9-434 від 09 липня 2018 року)

7. Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять³

Назва теми лекційного матеріалу	Кількість годин		Назва ПР, ЛР, СЗ, СРС	Кількість годин		Література
	очна	заочна		очна	заочна	
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1. Вступ. Предмет і задачі вивчення дисципліни. Методологія моделювання електромеханічних систем засобами Mathworks MatLab.	2		ЛР 1. Моделювання розрахунку простих кіл постійного струму засобами Mathworks MatLab СРС 1. Основи моделювання засобами Mathworks MatLab. Перетворення Лапласу	4 2		[1.1] ст. 24-45 [1.2] ст. 13-15
Тема 2. Системи керування зі зворотнім зв'язком	2		СРС 2. Теорія автоматичного керування електромеханічних систем	4 2		[1.1] ст. 30 – 54 [1.2] ст. 16 – 21
Тема 3. Аналіз та синтез систем керування.	2		ЛР 2. Моделювання розрахунку кіл синусоїдального струму засобами Mathworks MatLab СРС 3. Основи розрахунку систем електричних схем. Побудова векторних діаграм	4 2		[1.1] ст. 55 – 76 [1.2] ст. 17 - 31
Тема 4. Види моделювання електромеханічних систем.	2		СРС 4. Моделювання електромеханічних систем засобами Mathworks MatLab	2		[1.1] ст. 77 – 86 [1.2] ст. 32 - 41
Тема 5. Алгоритм дослідження електромеханічних систем.	2		ЛР 3. Моделювання розрахунку розгалужених кіл постійного струму методом контурних струмів та вузлових потенціалів засобами Mathworks MatLab СРС 5. Освоєння теоретичних знань та рішення практичних завдань методом контурних струмів	4 2		[1.1] ст. 87 – 98 [1.2] ст. 42 - 51
Тема 7. Представлення динамічних систем у вигляді структурних схем.	2		ЛР 4 Моделювання розрахунку розгалужених кіл постійного струму струмів з керованими джерелами засобами Mathworks MatLab СРС 7. Освоєння теоретичних знань та рішення практичних завдань методом двох вузлів	4 2		[1.1] ст. 109-115 [1.2] ст. 62 - 66

³ Якщо дисципліна викладається декілька семестрів, то теми розбивати посеместрово.

1	2	3	4	5	6	7
Тема 8. Моделювання електромеханічних систем зі зворотнім зв'язком за допомогою MATLAB Simulink.	2		СРС 8. Основи моделювання електромеханічних систем зі зворотнім зв'язком за допомогою MATLAB Simulink	2		[1.1] ст. 116–123 [1.2] ст. 67 - 81
Тема 9. Характеристики систем керування зі зворотнім зв'язком.	2		СРС 9. Основи побудови передаточних функцій	2		[1.1] ст. 76–78 [1.2] ст. 82-84
Тема 10. Розімкнуті та замкнуті системи керування швидкістю двигуна постійного струму	2		СРС 10. Типи двигунів постійного струму	2		[1.1] ст. 234–241 [1.2] ст. 88 - 112
Тема 11. Схемні рішення побудови гібридних силових установок транспортних засобів	2		СРС 11. Основні компоненти гібридної силової установки Toyota Prius	2		[1.1] ст. 242–255 [1.2] ст. 88 - 97
Тема 12. Характерні режими роботи гібридних силових установок транспортних засобів	2		СРС 12. Моделювання режимів роботи гібридної силової установки Toyota Prius	4		[1.1] ст. 256–260 [1.2] ст. 112- 123
Тема 13. Основні компоненти гібридної силової установки автомобілів	2		СРС 13. Моделювання роботи тягового електричного двигуна гібридної силової установки Toyota Prius	4		[1.1] ст. 261–271 [1.2] ст. 124-132
Тема 14. Характеристики систем керування гібридної силової установки автомобілів	2		СРС 14. Моделювання системи керування гібридної силової установки Toyota Prius	4		[1.1] ст. 272–284 [1.2] ст. 133-145
Тема 15. Аналіз основних структурних компонентів гібридних силових установок	2		СРС 15. Моделювання тягової акумуляторної батареї гібридної силової установки Toyota Prius	4		[1.1] ст. 285–291 [1.2] ст. 146-152
Тема 16. Структурний та параметричний аналіз гібридної силової установки автомобілів.	2		СРС 16. Моделювання перетворювача напруги гібридної силової установки Toyota Prius	4		[1.1] ст. 292–301 [1.2] ст. 153-157
Усього за семестр	32		Лабораторні роботи Самостійна робота	16 42		
Тема 17. Моделювання реальної електромеханічної системи автомобіля, вхідні та регулюючі параметри.	2		ЛР 5. Моделювання та дослідження трифазної магнітоелектричної синхронної машини за допомогою MATLAB Simulink СРС 17. Моделювання антиблокувальної системи автомобіля	4 2		[1.1] ст. 302–314 [1.2] ст. 158- 161
1	2	3	4	5	6	7

Тема 18. Моделювання роботи двигуна внутрішнього згорання.	2		ЛР 6. Моделювання та дослідження трифазного синхронного генератора за допомогою MATLAB Simulink СРС 18. Моделювання зовнішньої швидкісної характеристики ДВЗ	4 2		[1.1] ст. 315–327 [1.2] ст. 162- 172
Тема 19. Моделювання роботи трансмісії.	2		ЛР 7. Моделювання та дослідження машини постійного струму з незалежними збудженням за допомогою MATLAB Simulink СРС 19. Моделювання системи переключення передач	4 4		[1.1] ст. 328–344 [1.2] ст. 173- 176
Тема 20. Моделювання сил, які діють на автомобіль	2		ЛР 8. Моделювання та дослідження машини постійного струму послідовного збудження за допомогою MATLAB Simulink СРС 20. Моделювання сил повітряного опору, що діють на автомобіль	4 4		[1.1] ст. 345–356 [1.2] ст. 177- 189
Тема 21. Моделювання та побудова схеми структурної автомобіля.	2		СРС 21. Моделювання системи керування електричного двигуна	4		[1.1] ст. 357–371 [1.2] ст. 190- 201
Тема 22. Моделювання роботи системи керування.	2		СРС 22. Моделювання системи керування електричного двигуна	4		[1.1] ст. 372–394 [1.2] ст. 202-232
Тема 23. Параметричний аналіз системи керування.	2		СРС 23. Моделювання системи керування електричного двигуна	4		[1.1] ст. 395–421 [1.2] ст. 233- 245
Тема 24. Моделювання роботи тягового електричного двигуна гібридного транспортного засобу.	2		СРС 24. Моделювання системи керування електричного двигуна	4		[1.1] ст. 422–453 [1.2] ст. 246- 252
Усього за семестр	16		Лабораторні роботи Самостійна робота	16 28		
УСЬОГО за дисципліну	48		Лабораторні роботи Самостійна робота	32 70		

8. Орієнтовна тематика індивідуальних та/або групових занять⁴ курсозна робота на тему: Моделювання гібридних силових установок транспортних засобів
(за наявності)

9. Форми поточного та підсумкового контролю контрольна робота, захист лабораторних робіт та КР, екзамен

10. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення ліцензійне програмне забезпечення на базі пакету прикладних програм Mathworks MatLab, що використовується для проведення моделювання електромеханічних систем

11. Рекомендовані джерела інформації

1. Базова література

1. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.– Кременчук, 2010 – 410 с.

2. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.

3. Черных И.В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем / И.В. Черных. – Питер: ДМК Пресс, 2008. – 272с.

4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Уч. пособ. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.

2. Допоміжна література

1. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. - 832 с.

2. Ю.Тарасевич. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс. М.: Едиториал-УРСС, 2001. 234 с.

3. Гібридні автомобілі / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А. та ін.]. – Х.: ХНАДУ, 2008. – 327 с.

4. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я.]. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с.

3. Інформаційні ресурси

1. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни “Моделювання електромеханічних систем” Смирнов О.П., Борисенко А.О. Харків, ХНАДУ, 2015, 28 с.

2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Моделювання електромеханічних систем”. Частина 1. Смирнов О.П., Борисенко А.О. Харків, ХНАДУ, 2015, 36 с.

3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Моделювання електромеханічних систем”. Частина 2. Смирнов О.П., Борисенко А.О. Харків, ХНАДУ, 2015, 32 с.

⁴ Вказується орієнтовна тематика КП, КР, ргр, якщо вони передбачені навчальною програмою

Розроблено та внесено: Автомобільної електроніки

(повне найменування кафедри)

Розробники програми: проф. каф. АЕ, д.т.н., доц.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Смирнов О.П.

(ПІБ розробників)

Обговорено та рекомендовано до затвердження на засіданні кафедри

Протокол № 6 від "23" січня 2020 р.

(номер)

(та дата протоколу)

Завідувач кафедри АЕ д.т.н., проф.

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

О.В. Бажинов

(ПІБ завідувача кафедри)

“Погоджено”

Декан автомобільного факультету

(повна назва факультету, де читається дисципліна)

проф. д.т.н.

(вчене звання)

(підпис)

О.В. Сараєв

(ПІБ декана)

“ ”

(день)

(місяць)

 2020 року

(рік)

© _____, 2020 рік

© _____, 2025 рік

Форма в редакції ХНАДУ відповідно до листа МОН України за №1/9-434 від 09 липня 2018 року затверджена

Методичною радою ХНАДУ 26 вересня 2018 року протокол №1