

Одеська національна академія харчових технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
та навчальної роботи

Ф.А. Трішин

“ _____ ” _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія електроприводу

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Ступінь вищої освіти бакалавр

Освітньо-професійна програма «Електромеханічні системи
з інтелектуальним керуванням»

Факультет комп'ютерних систем та автоматизації

Кафедра електромеханіки та мехатроніки

2019 рік

Робоча програма з дисципліни «Теорія електроприводу» складена на основі навчальної програми дисципліни «Теорія електроприводу» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія» ступінь вищої освіти бакалавр, яка затверджена Методичною Радою ОНАХТ

Протокол № ____ від ____ . ____ . 20 ____ р.

Лист погодження:

Голова ради спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія»

____ . ____ . 2018 р. _____ П.М.Монтік

Декан факультету комп'ютерних систем та автоматизації

____ . ____ . 2018 р. _____ І.М.Світій

Завідувач кафедри електромеханіки та мехатроніки

____ . ____ . 2018 р. _____ П.М.Монтік

Методист НМЦ ЗЯВО

____ . ____ . 2018 р. _____ Т.С.Малишко

Розробник:

Професор кафедри електромеханіки та мехатроніки
д.т.н., професор

_____ В.А. Водічев

1. Опис навчальної дисципліни «Теорія електроприводу»

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни			
		денна форма навчання		заочна форма навчання	
Кількість кредитів - 9,5	Галузь знань (шифр та найменування) 14 «Електрична інженерія»	Обов'язкова			
Модулів – 4	Спеціальність: (код та найменування) 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки:			
Змістових модулів – 4		3	3	3	3
Загальна кількість годин 285		Семестр			
		5	6	5	6
Тижневих годин для Денної форми навчання аудиторних – 2,33 самостійної роботи студента – 2,66	Ступінь вищої освіти: <u>бакалавр</u> Освітньо-професійна програма: <u>«Електромеханічні системи з інтелектуальним керуванням»</u>	Лекції, год			
		46		10	2
		Практичні, семінарські			
		8	26	6	6
		Лабораторні			
		28		6	0
		Самостійна робота, год			
		68	109	128	127
		Індивід. завдання, год.			
Курсовий проект (робота)					
	64		64		
Вид контролю:					
Екзам	залік	Екзам	залік		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 0,61

для заочної форми навчання – 0,36

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія електроприводу» є надання майбутнім фахівцям спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» глибоких знань в області електромеханічного перетворення енергії та управління процесами такого перетворення; це дасть можливість а) вільно орієнтуватися в сучасній науково-технічній літературі, що є основою подальшого самоудосконалення в обраній сфері діяльності, б) знаходити оптимальні технічні рішення щодо оптимізації управління електроприводом та використання сучасних систем автоматизованого електроприводу.

2.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Теорія електроприводу» є формування у студентів глибокого розуміння процесів, що лежать в основі електромеханічного перетворення енергії, загальних принципів управління процесами такого перетворення, здобуття навичок самостійного використання керованого електроприводу в умовах сучасного виробництва.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- властивості та закономірності перетворювання електричної та механічної енергії, види та форми запису рівнянь електричної, механічної та теплової рівноваги у сталих та динамічних процесах;
- електромеханічні властивості головних типів електричних двигунів при роботі на природних та штучних характеристиках у сталих та динамічних режимах;
- методи розрахунку параметрів та вибору найбільш важливих елементів силового каналу сучасних систем автоматизованого електропривода, що надають йому потрібних властивостей: двигунів, опорів, вентильних перетворювачів різноманітних типів, трансформаторів та реакторів;
- загальні принципи управління електроприводами, їх можливості та області використання, а також реалізацію різними видами сучасної апаратури управління;

вміти:

- використовувати надбані знання для розрахунків і аналізу електромеханічних властивостей електропривода, включаючи кінематику механізму, систему перетворення енергії і управління процесом перетворювання;
- враховувати вимоги і особливості технологічних процесів;
- синтезувати параметри та характеристики електропроводів за критеріями швидкості, продуктивності, енергетичної ефективності, оптимального співвідношення вартості та експлуатаційних витрат.

3. Зміст навчального матеріалу дисципліни

Змістовий модуль 1. Електромеханічні (ЕМ) властивості електроприводів (ЕП).

Тема 1. Визначення та структура ЕП. Механіка електроприводів. Механічні характеристики, діючі сили і моменти. Приведення фізичних величин до заданої осі. Кінематичні та розрахункові схеми.

Тема 2. Статичні режими роботи електроприводу. Електромеханічні властивості ЕП. Динаміка багатомасових та багатокоординатних ЕМ систем.

Тема 3. ЕМ властивості двигунів постійного струму незалежного збудження; аналіз природної та штучної характеристик, режими гальмування.

Тема 4. ЕМ властивості двигунів постійного струму послідовного та змішаного збудження.

Тема 5. ЕМ властивості асинхронних двигунів, штучні характеристики, режими гальмування.

Тема 6. ЕМ властивості синхронних та вентильних двигунів.

Змістовий модуль 2. Динаміка та енергетика електроприводів. Вибір двигунів.

Тема 7. Електромеханічні перехідні процеси ЕП: при постійних значеннях моменту навантаження; при нелінійній формі механічних характеристик двигуна та навантаження.

Тема 8. Електромагнітні перехідні процеси; перехідні процеси в обмотках збудження електричних машин.

Тема 9. Енергетика статичних та динамічних режимів електроприводів. Режими перетворення енергії. Економічні та неекономічні системи ЕП. Енергетика некерованого ЕП, керованого ЕП, перехідних процесів. Оптимізація енергетичних показників електроприводів.

Тема 10. Методи вибору двигунів.

Змістовий модуль 3. Електромеханічні властивості систем електроприводів постійного струму.

Тема 11. Електропривод за системою Г-Д: математичний опис та властивості в статичних режимах і динамічних режимах; аналіз динамічних характеристик та графіків перехідних процесів.

Тема 12. Електропривод за системою ТП-Д: вихідна ЕРС та вихідна напруга перетворювача; характеристики в області безперервних струмів та переривчастих струмів. Особливості формування режиму рекуперації в електроприводі ТП-Д. Сумісне та роздільне управління двокомплектним ЕП. Аналіз динамічних характеристик та графіків перехідних процесів.

Тема 13. Електропривод за системою ШПП-Д: принцип імпульсного керування. Імпульсне керування опором в ЕП постійного та змінного струму; імпульсне керування напругою якоря двигуна постійного струму.

Тема 14. Властивості ЕП при одно- та двополярному живленні. Структурні схеми ЕП. ЕП з релейним регулятором струму.

Тема 15. Елементи теорії узагальненої електричної машини.

Змістовий модуль 4. Електромеханічні властивості систем електроприводів змінного струму.

Тема 16. Асинхронні каскадні ЕП: визначення, види та принципи каскадів, енергетичні діаграми. Машино-вентильний каскад, асинхронний вентильний каскад.

Тема 17. Електропривод за системою ТПН-АД. Фізичні основи фазового регулювання напруги.

Тема 18. Тиристорні перетворювачі напруги. Електромагнітні перехідні процеси в асинхронному електроприводі при роботі від мережі. Регулювання координат асинхронного ЕП в системі ТПН-АД. Особливості регулювання двигунів з фазним ротором.

Тема 19. Електроприводи за системою ПЧ-АД, ПЧ-СД. Класифікація ЕП з частотним керуванням; розрахунок втрат потужності в статичних та динамічних режимах.

Змістовий модуль 5. Узагальнення та практична реалізація набутих знань. Підготовка до курсового проектування

Змістовий модуль 6. Курсовий проект «Електропривод вантажопідйомної лебідки»

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усь ого	у тому числі					усь ого	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5 семестр												
Змістовий модуль 1. Електромеханічні (ЕМ) властивості електроприводів (ЕП)												
Тема 1. Визначення та структура ЕП. Механіка електроприводів. Механічні характеристики	4	2				2	7	2				5
Тема 2. Статичні режими роботи електроприводу. Електромеханічні властивості ЕП.	7	2	2			3	5					5
Тема 3. ЕМ властивості двигунів постійного струму незалежного збудження;	9	2		4		3	6					6

Тема 4. ЕМ властивості двигунів постійного струму послідовного та змішаного збудження	5	2				3	8			2		6
Тема 5. ЕМ властивості асинхронних двигунів, штучні характеристики, режими гальмування	5	2				3	8		2			6
Тема 6. ЕМ властивості синхронних та вентильних двигунів.	9	2		4		3	6					6
Разом за змістовим модулем 1	39	12	2	8		17	40	2	2	2		34
Змістовий модуль 2. Динаміка та енергетика електроприводів. Вибір двигунів.												
Тема 7. Електромеханічні перехідні процеси ЕП	12	2	2	4		4	12	2	2			8
Тема 8. Перехідні процеси в обмотках збудження електричних машин	6	2				4	8					8
Тема 9. Енергетика статичних та динамічних режимів електроприводів. Режими перетворення енергії.	12	4		4		4	8					8
Тема 10. Методи вибору двигунів.	9	4				5	8					8
Разом за змістовим модулем 2	39	12	2	8		17	36	2	2			32
Змістовий модуль 3. Електромеханічні властивості систем електроприводів постійного струму												
Тема 11. Електропривод за системою Г-Д	7	2		2		3	8	2				6
Тема 12. Електропривод за системою ТП-Д	7	2		2		3	6					6
Тема 13. Електропривод за системою ШПП-Д:	7	2		2		3	8			2		6
Тема 14. Властивості ЕП при одна- та двополярному живленні	7	2		2		3	7					7
Тема 15. Елементи теорії узагальненої електричної машини	11	4	2			5	7					7
Разом за змістовим модулем 3	39	12	2	8		17	36	2		2		32
Змістовий модуль 4. Електромеханічні властивості систем електроприводів змінного струму.												
Тема 16. Асинхронні каскадні ЕП: визначення, види та принципи каскадів, енергетичні діаграми.	7	2				5	8					8
Тема 17. Електропривод за системою ТПН-АД. Фізичні основи фазового регулювання напруги	6	2				4	10			2		8
Тема 18. Тиристорні перетворювачі напруги. Електромагнітні перехідні процеси в асинхронному електроприводі при роботі від мережі	12	2	2	4		4	12	2	2			8
Тема 19. Електроприводи за системою ПЧ-АД, ПЧ-СД. Класифікація ЕП з частотним керуванням	8	4				4	10	2				8
Разом за змістовим модулем 4	33	10	2	4		17	50	4	2	2		32
Разом протягом 5 семестру	150	46	8	28		68	150	10	6	6		128
6 семестр												
Змістовий модуль 5. Узагальнення та практична реалізація набутих знань.												
Підготовка до курсового проектування												
Електромеханічні властивості електроприводів	14		4			10	15					15
Динаміка та енергетика електроприводів. Вибір двигунів	21		6			15	22	2	2			18

Електромеханічні властивості систем електроприводів постійного струму	18		8			10	17		2			15
Електромеханічні властивості систем електроприводів постійного струму	18		8			10	17		2			15
Разом за змістовим модулем 5	71		26	0		45	71	2	6			63
Змістовий модуль 6. Курсовий проект												
Тема: Електропривод вантажо-підйомної лебідки	64					64	64					64
Разом за змістовим модулем 6	64					64	64					64
Разом протягом 6 семестру	135					109	135	2	6			127
Усього за курс	285	46	34	28		177	285	12	12	6		255

5. Теми практичних та лабораторних занять

№	Назва теми	Кільк.год.	
Теми практичних занять			
1	Кінематичні та розрахункові схеми. Приведення фізичних величин до заданої осі	2	
2	Статичні режими роботи ЕП. Визначення балансу потужностей, аналіз режимів перетворення енергії в статичних режимах	2	2
3	Динамічні режими роботи ЕП. Аналіз та синтез перехідних процесів пуску, реверсу, гальмування ЕП при різних характерах моменту навантаження	2	2
4	Розрахунки та побудова електромеханічних та механічних характеристик, розрахунок параметрів елементів ЕП для отримання характеристик заданого виду	4	
5	Спрощені графоаналітичні методи розрахунку перехідних процесів двигунів постійного струму послідовного збудження та асинхронних двигунів	4	2
6	Розрахунок електромагнітних перехідних процесів включення та відключення від мережі обмоток збудження електричних машин. Врахування нелінійності кривої намагнічування	2	
7	Енергетика статичного режиму роботи ДПС НЗ. Оптимізація енергетичних показників за рахунок двозонного керування	2	
8	Енергетика статичного режиму роботи АД. Оптимізація енергетичних показників за рахунок керування напруги статора	2	2
9	Аналіз перехідних процесів ЕП за системою Г-Д при різних значеннях та характері моменту навантаження	2	
10	Вибір тиристорного перетворювача для електроприводу за системою ТП-Д.	2	2
11	Розрахунок статичних характеристик електроприводу ТП-Д за заданими умовами експлуатації	2	
12	Аналіз принципів схем дво- та чотириквadrантного ЕП за системою ШПП-Д	2	
13	Аналіз принципу дії, режимів роботи та механічних характеристик каскадних схем ЕП: машино-вентильного каскаду та асинхронного вентильного каскаду	2	
14	Розрахунок втрат потужності в асинхронному електроприводі ТПН-АД в режимі енергозбереження	2	2
15	Розрахунок втрат потужності в асинхронному електроприводі ПЧ-АД в статичних і динамічних режимах	2	
Усього		34	12
Теми лабораторних занять			
1	Дослідження електромеханічних характеристик двигуна постійного струму незалежного збудження при живленні від мережі	4	
2	Дослідження електромеханічних характеристик двигуна постійного струму незалежного збудження в системі Г-Д	4	2
3	Дослідження електромеханічних характеристик двигуна постійного струму послідовного збудження	4	

4	Дослідження електромеханічних властивостей асинхронного двигуна з фазним ротором	4	2
5	Дослідження системи асинхронного машино-вентильного каскаду	2	
6	Дослідження перехідних процесів при зміні потоку збудження двигуна	2	
7	Дослідження перехідних процесів в системі «Генератор-двигун»	2	
8	Дослідження системи електропривода «Широтно-імпульсний перетворювач – двигун постійного струму»	2	
9	Дослідження системи електропривода «Тиристорний перетворювач – двигун постійного струму»	2	2
10	Дослідження статичних та динамічних режимів електроприводу з вентильним двигуном. Вивчення принципу дії та схем включення двигунів	2	
	Усього	28	6

6. Самостійна робота та індивідуальні завдання

№ з/п	Види навчальної діяльності	Кількість годин	
		денна ф/н	заоч. ф/н
1	Опрацювання лекційного матеріалу	40	30
2	Опрацювання матеріалу, що не увійшов у лекції	18	75
3	Підготовка до лабораторних та практичних занять	20	10
4	Підготовка індивідуальних звітів з лабораторних робіт	15	6
5	Виконання індивідуальних контрольних завдань		25
6	Підготовка до виконання курсового проекту. Робота з технічною літературою та написання окремих підрозділів курсової роботи	20	45
7	Курсовий проект	64	64
Разом з дисципліни		177	255

Курсовий проект виконується на тему «Електропривід вантажопідйомної лебідки» і складається з таких розділів:

1. Розрахунок статичних сил механізму в сталих режимах
2. Розрахунок параметрів механічної передачі
3. Розрахунок діаграми швидкостей механізму
4. Попередній вибір двигуна
5. Розрахунок навантажувальної діаграми
6. Перевірка двигуна за нагріванням
7. Розрахунок і вибір керованого перетворювача
8. Вибір трансформатора
9. Вибір реактора
10. Розрахунок статичних механічних характеристик
11. Розрахунок перехідних процесів в електромеханічній системі
12. Оцінка результатів роботи

Метою курсового проекту є придбання студентами практичних навичок у самостійному проектуванні реального електроприводу з урахуванням параметрів конкретного промислового механізму та вимог технологічного процесу; задачі курсового проектування сформульовані таким чином, щоб охопити практично всі розділи дисципліни.

7. Методи контролю

До контрольних заходів належать поточний, модульний та підсумковий контролю.

Поточний контроль – оцінювання засвоєння навчального матеріалу під час проведення кожного аудиторного заняття. Модульний контроль – оцінювання засвоєння навчального матеріалу залікових модулів. Підсумковий контроль – оцінювання засвоєння матеріалу дисципліни на підставі результатів модульних контролів або проведення екзамену.

8. Схема нарахування балів студентів

Рейтингова система ОНАХТ - 100-бальна. Вивчення дисципліни «Комплектні електроприводи» завершується іспитом, і позитивна оцінка за змістовий модуль має бути в межах 60 - 100 балів.

Оцінні бали рейтингового контролю знань студентів

Вид роботи, що підлягає контролю	Оцінні бали		Форма навчання					
			денна			заочна		
	min д/з	max д/з	Кільк. робіт, один.	Сумарні бали		Кільк. робіт, один.	Сумарні бали	
min				max	min		max	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Змістовий модуль 1. Електромеханічні (ЕМ) властивості електроприводів (ЕП)								
Робота на лекціях	1	1,5	6	6	9	1	1	1,5
Виконання лабораторних робіт	1	1,5	4	4	6	1	1	1,5
Робота на практичних заняттях	1	1,5	1	1	1,5	1	1	1,5
Опрац. тем, не винесених на лекції	2	5				6	12	30
Підготовка до лаб./ практ. занять	0,5	1	5	2,5	5	2	1	2
Виконання контрольних завдань	10	20	1	10	20	1	10	20
Проміжна сума	–	–	–	23,5	41,5		26	46,5
Модульний контроль у поточному семестрі	35 (36)	52 (53,5)	1	36	52		36	53,5
Контроль рез. дистанц. модуля								
Рейтинг за творчі здобутки	0,5	6,5		0,5	6,5			
Оцінка за змістовий модуль 1	–	–	–	60	100		60	100

Змістовий модуль 2. Динаміка та енергетика електроприводів. Вибір двигунів.

Рейтинг за творчі здобутки	0,5	6,5		0,5	6,5			
Оцінка за змістовий модуль 3	–	–	–	60	100		60	100
Змістовий модуль 4. Електромеханічні властивості систем електроприводів змінного струму								
Робота на лекціях	1	1,5	5	5	7,5	2	2	3
Виконання лабораторних робіт	1	1,5	2	2	3	1	1	1,5
Робота на практичних заняттях	1	1,5	1	1	1,5	1	1	1,5
Опрац. тем, не винесених на лекції	2	4				5	10	20
Підготовка до лаб/практ. занять	0,5	1	3	1,5	3	2	1	2
Виконання контрольних завдань	12	25	1	12	25	1	10	20
Проміжна сума	–	–	–	21,5	40		25	48
Рейтинг за творчі здобутки	2,5	4,5		2,5	4			
Модульний контроль (колоквіум)	36 (35)	56 (52)	1	36	56		35	52
Оцінка за змістовий модуль 4	–	–	–	60	100		60	100
Змістовий модуль 5. Узагальнення та практична реалізація набутих знань								
Робота на лекціях	1	1,5				2	2	3
Виконання лабораторних робіт	1	1,5				1	1	1,5
Робота на практичних заняттях	1	2	13	13	26	1	1	2
Опрац. тем, не винесених на лекції	2	4	1	2	4	5	10	20
Підготовка до лаб/практ. занять	0,5	1	13	6,5	13	2	1	2
Виконання контрольних завдань	10	20				1	10	20
Проміжна сума	–	–	–	21,5	43		25	48,5
Рейтинг за творчі здобутки								
Модульний контроль (колоквіум)	38,5 (35)	57 (51,5)	1	38,5	57		35	51,5
Оцінка за змістовий модуль 5	–	–	–	60	100		60	100
Змістовий модуль 6. Курсова робота «Визначення параметрів асинхронного двигуна для дослідження на електронній моделі».								
Назва розділу						Оцінні бали		
						min	max	
Розділ 1. Розрахунок статичних сил механізму в сталих режимах						4	6	
Розділ 2. Розрахунок параметрів механічної передачі						3	5	
Розділ 3. Розрахунок діаграми швидкостей механізму						4	6	
Розділ 4. Попередній вибір двигуна						3	5	
Розділ 5. Розрахунок навантажувальної діаграми						4	6	
Розділ 6. Перевірка двигуна за нагріванням						3	5	
Розділ 7. Розрахунок і вибір керованого перетворювача						3	6	
Розділ 8. Вибір трансформатора						3	5	
Розділ 9. Вибір реактора						3	6	
Розділ 10. Розрахунок статичних механічних характеристик						3	6	
Розділ 11. Розрахунок перехідних процесів в електромеханічній системі						3	6	
Розділ 12. Оцінка результатів роботи						4	8	
Захист КП						20	30	
Оцінка за КП						60	100	
Разом з дисципліни						60-100		

Відповідність оцінки знань студентів за різними шкалами.

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За шкалою ОНАХТ з підсумком
		залік
A	відмінно	88 – 100
B	добре	79 – 87
C		69 – 78
D	задовільно	65-68
E		60-64
FX	незадовільно з можливістю повторного складання	40-59
F	незадовільно з обов'язковим додатковим навчанням	0-40

9. Рекомендована література

1. Андрущенко О.А. Конспект лекцій з дисципліни «Основи автоматизованого проектування електротехнічних пристроїв і електромеханічних систем» для студентів очної та заочної форм навчання. – Одеса: ОНПУ, 2012. - 150 с.
2. Попович М.Г., Борисюк М.Г., Гаврилюк В.А. Теорія електропривода _ К. Вища школа, 1993.- 494 стор.
3. Колб Ант. А., Колб А. А Теорія електроприводу: Навч. посібник – Дніпро: НГУ, 2011. – 565 с.
4. Зеленов А.Б. Теорія електропривода: підручник - Луганськ: «Ноулідж», 2010.- 670 с.
5. Комплектні електроприводи: Навч. посібник /М.М.Козачковський. – Дніпропетровськ, Національний гірничий університет, 2003. – 226 с.
6. Чиликин М.Г. Сандлер А.С. Общий курс электропривода: Учебник для вузов. - 6-е изд. доп. и перераб. – М.:Энергоиздат, 1991. - 576 с.

10. Інформаційні ресурси

1. <http://moodle.onaft.edu.ua> - сайт дистанційного навчання ОНАХТ
2. <http://library.onaft.edu.ua/> - електронна бібліотека ОНАХТ
3. <http://engineering.ua/library> - Електронна бібліотека технічної літератури
4. <http://kr.ua-ru.net> - Студентська електронна наукова бібліотека України та Росії