

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

Кафедра електропривода

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

Худолій СС. _____

«31» серпня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Теорія електропривода»**

Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітній рівень.....	Перший (бакалаврський) Електроенергетика,
Освітня програма	електротехніка та електромеханіка
Статус	вибіркова
Загальний обсяг	7,5 кредити ЄКТС (225 годин)
Форма підсумкового контролю	екзамен
Термін викладання	3, 4-й семестри
Мова викладання	українська

Викладачі: Бешта О.С.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2021

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія електропривода» для бакалаврів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. електропривода. – Д. : НТУ «ДП», 2021. – 13 с.

Розробник – проф. Бешта О.С.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (протокол НМК 21/22-01 від 30.08.2021).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	4
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	6
6.1 Шкали	7
6.2 Засоби та процедури	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	9
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	12
9 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ.....	12

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо побудови, принципу дії та аналізу процесів у електромеханічних системах з жорсткими та пружними зв'язками, дослідження динаміки електроприводу з двигунами постійного та змінного струму.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Теорія електропривода

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
ДРН1	Розуміти властивості механічної частини електропривода з урахуванням пружних елементів
ДРН2	Розуміти рівняння узагальненої електричної машини та уміти використовувати їх для аналізу динамічних механічних характеристик
ДРН3	Уміти аналізувати електромеханічні перехідні процеси та принципи їх формування
ДРН4	Розуміти закони частотного керування двигунами змінного струму
ДРН5	Розуміти енерго- та ресурсозбереження в електроприводах

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Б5 Теоретичні основи електротехніки	ПР05 Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
Ф1 Електричні машини	ПР03 Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	119	51	68	-	-	6	113
практичні	30	9	21	-	-	-	30
лабораторні	76	21	65	-	-	4	72
семінари	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	225	81	144	-	-	10	215

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	119
ДРН1	1 Механіка електроприводу з урахуванням пружності	7
	Рівняння руху, передатні функції, та структурні схеми двомасової системи.	
	Динамічні властивості механічної частини електропривода. Вплив зазорів в передачах.	
	Механічні характеристики робочих органів промислових механізмів. Усталений рух та його стійкість.	
ДРН2	2 Узагальнена електрична машина	30
	Узагальнена електрична машина. Рівняння електричної рівноваги та моменту узагальненої машини.	
	Перетворення координат та фаз узагальненої машини. Рівняння динамічної механічної характеристики узагальненої машини в різних системах координат.	
ДРН3	3 Електромеханічні перехідні процеси	26
	Формування перехідних процесів у системах «Керований перетворювач – двигун».	
	Перехідний процес при урахуванні електромеханічної інерції.	
	Перехідні процеси електропривода з нелінійною механічною характеристикою.	
	Формування перехідних процесів в обмотках збудження.	
ДРН4	4 Векторне керування двигунів змінного струму	30
	Закони частотного керування координат асинхронного двигуна.	
	Регулювання координат асинхронного двигуна при частотному керуванні.	
	Векторні методи керування координат асинхронного електропривода.	
	Функціональні схеми векторного керування з орієнтацією за вектором потокозчеплення ротора .	
	Регулювання моменту синхронного двигуна.	
	Регулювання моменту і швидкості синхронного електропривода під час векторного керування.	
	Регулювання положення. Точне позиціонування.	
ДРН5	5 Енергозбереження засобами електропривода	26
	Зменшення втрат енергії в перехідних режимах зміною керуючого впливу.	
	Мінімізація втрат незавантажених двигунів.	
	Енерго- і ресурсозбереження в електроприводах відцентрових механізмів.	
	Шляхи енергозбереження засобами електроприводу.	
	ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ	76
ДРН2	Регулювання швидкості в системі Г-Д зі зворотними зв'язками.	8
ДРН2	Регулювання швидкості в системі ТП-Д зі зворотним зв'язком.	8

ДРН2	Дослідження характеристик системи ТПЧ-АД.	8
ДРН2	Дослідження характеристик системи ТП-Д з підпорядкованим регулюванням координат	8
ДРН1	Дослідження характеристик двомасової пружної системи	10
ДРН3	Експериментальне визначення динамічних параметрів привода.	8
ДРН3	Дослідження нагрівання та охолодження АД.	8
ДРН3	Дослідження перехідних процесів двигунів постійного струму	8
ДРН3	Дослідження перехідних процесів двигунів змінного струму	10
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ		30
ДРН3	Розрахунок електромеханічних перехідних процесів.	7
ДРН2	Розрахунок характеристик САК швидкості двигуна постійного струму з одним регулятором у випадку різних зворотних зв'язків	7
ДРН2	Розрахунок параметрів контуру регулювання струму (моменту) в системі ТП-Д, і оцінка статичної похибки .	8
ДРН5	Розрахунок потужності двигунів	8
Разом:		225

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Метою курсового проекту є розширення, поглиблення та закріплення знань, отриманих на лекціях та лабораторних заняттях, а також здобування навичок самостійної роботи проектування електроприводу.

Для цього необхідно буде навчитися визначати параметри основних компонентів електропривода – електродвигуна та перетворювача частоти, аналізувати діаграму навантаження приводу, розраховувати еквівалентні навантаження, вибирати електродвигун, частотний привод, а також гальмівний резистор.

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономії та відповідальності студента за вимогами НРК до 6-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання ККР під час екзамену за бажанням студента
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		
Лабораторні заняття	контрольні завдання за кожною лабораторною роботою	виконання завдань під час лабораторних робіт		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Лабораторні заняття оцінюються якістю виконання контрольного завдання за кожною лабораторною роботою.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня НРК, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час заліку має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського рівня вищої освіти (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання

для 6-го кваліфікаційного рівня за НРК

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
Знання		
Концептуальні наукові та практичні знання, критичне осмислення теорій, принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; - критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	75-79
	Відповідь фрагментарна	70-74
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
Поглиблені когнітивні та практичні	Відповідь характеризує уміння: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези;	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері професійної діяльності або навчання	- розв'язувати проблеми; - оновлювати знання; - інтегрувати знання; - провадити інноваційну діяльність; - провадити наукову діяльність	
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	75-79
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-74
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
Рівень умінь незадовільний		
Комунікація		
♦ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень, власного досвіду та аргументації ♦ збір, інтерпретація та застосування даних ♦ спілкування з професійних питань, у тому числі іноземною мовою, усно та письмово	Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова: - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. Комунікаційна стратегія: - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції; - використання іноземних мов у професійній діяльності	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	75-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-74
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
Автономність та відповідальність		
♦ управління складною технічною або професійною діяльністю чи проектами ♦ спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних контекстах - формування суджень, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти ♦ організація та керівництво професійним розвитком осіб та груп ♦ здатність	Відмінне володіння компетенціями: - використання принципів та методів організації діяльності команди; - ефективний розподіл повноважень в структурі команди; - підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); - стресовитривалість; - саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; - володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань; - належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	95-100
	Упевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	75-79
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-74

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
продовжувати навчання із значним ступенем автономії	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень автономності та відповідальності незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання.

Дистанційна платформа MOODLE, MS Teams.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

8.1 Основні

1. Колб Ант.А., Колб А.А. Теорія електроприводу [Текст]: навч. посібник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 565 с.
2. Теорія електропривода: Підручник / М.Г. Попович, М.Г. Борисюк, В.А. Гаврилюк та ін.; за ред. М.Г. Поповича. – К.: Вища шк., 1993. – 494 с.
3. Піцан Р., Барадачевський В., Бойчук Б. Збірник задач до курсу «Електропривод». – Львів, Видавництво «Львівська політехніка», 1999. – 426 с.

8.2 Додаткові

1. Elektrische Maschinen und Antriebe/ E.Nolle, A.Beshta; National Mining University. – D: NMU, 2013. – 232 p.
2. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь, 1997. – 544 с.
3. Теорія електроприводу: Збірник задач / Булгар В.В. - Одеса: Поліграф, 2006. – 408 с.

9 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Література на сайті кафедри електропривода:
<https://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/automaticED.php>

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Теорія електроприводу» для бакалаврів
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Розробники: Бешта Олександр Олександрович

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19