

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

Кафедра електропривода

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

Казачковський М.М. _____

«___» _____ 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Енергозбереження засобами електропривода»

Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітній рівень.....	бакалавр
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Спеціалізація	
Статус	вибіркова
Загальний обсяг	7 кредитів ECTS (210 годин)
Форма підсумкового контролю	диф.залік
Термін викладання	8-й семестр
Мова викладання	українська

Викладачі: Худолій С.С.

Пролонговано: на 2019/2020 н.р. _____ (М.М.Казачковський) «__» __ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

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

Дніпро
НТУ «ДП»
2018

Робоча програма навчальної дисципліни «Енергозбереження засобами електропривода» для бакалаврів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. електропривода. – Д. : НТУ «ДП», 2018. – 12 с.

Розробник – Худолій С.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 методичної комісії спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (протокол № 5 від 5.09.2018).

Рекомендовано до видання редакційною радою НТУ «ДП» (протокол № 9 від 17.09.2018).

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	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	6
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	6
6.1 Шкали	6
6.2 Засоби та процедури.....	6
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	11
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	11
9 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ	12

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» здійснено розподіл програмних результатів навчання за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни С4.16 «Енергозбереження засобами електропривода» віднесено такі результати навчання:

ВР4.13	Використовувати енергозберігаючі технології на базі регульованого асинхронного електропривода в подальшій професійній діяльності
--------	--

Мета дисципліни – формування компетентностей, що пов'язані з використанням енергозберігаючих технологій в електромеханічних системах, відповідно до освітньо-професійної програми.

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

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ВР4.13	ВР4.13	Використовувати енергозберігаючі технології на базі регульованого асинхронного електропривода в подальшій професійній діяльності

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
С4.2 Теорія електроприводу	ВР4.9 Обґрунтовувати вибір системи електроприводу, методів їх проектування з урахуванням вимог технології та умов експлуатації, а також розраховувати і вибирати основні елементи електроприводу і систем керування
С4.4 Електричні апарати	ВР1.1 Визначати будову та принципи роботи електричних апаратів розподільчих пристроїв високої та низької напруги і апаратів електроприводу, а також конструкції вузлів апаратів, режимів їх роботи, експлуатаційні характеристики
С4.13 Системи керування електроприводами	ВР4.8 Використовувати сучасні методи розрахунку, проектування та аналізу роботи систем автоматичного керування. Розрізняти за призначенням та складати структурні схеми СКЕП постійного та змінного струму, оптимізувати регулятори, розуміти і аналізувати перехідні процеси.
С4.18 Засоби автоматизації	ВР3.15 Визначати основні методи роботи з мікропроцесорними пристроями для реалізації і виконання прикладних питань керування електротехнічними та електромеханічними системами
Б5 Теоретичні основи електротехніки	СР1 Визначати принципи побудови та функціонування елементів електроенергетичних, електротехнічних електромеханічних комплексів та систем.
Ф5 Основи виробництва,	СР2 Визначати принципи побудови та функціонування

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
розподілу та споживання електроенергії	елементів систем керування та автоматики електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.
Ф2 Електричні машини	СРЗ Оцінювати параметри роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем та розробляти заходи щодо підвищення їх енергоефективності та надійності.

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	180	48	132	-	-	-	-
практичні	24	24	-	-	-	-	-
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	204	72	132	-	-	-	-

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	180
PHC47.C4.16	Енергетичні параметри в перехідних режимах електропривода постійного струму.	25
	Втрати енергії в перехідних режимах роботи електричного двигуна постійного струму.	
PHC47.C4.16	Енергетичні параметри в перехідних режимах електропривода змінного струму.	25
	Втрати енергії в перехідних режимах роботи електричного двигуна змінного струму.	
PHC47.C4.16	Складові втрат електропривода постійного струму.	25
	Енергетичний баланс електропривода постійного струму.	
PHC47.C4.16	Складові втрат електропривода змінного струму.	25
	Енергетичний баланс електропривода змінного струму.	
PHC47.C4.16	Параметри, характеристики та режими роботи насосів і вентиляторів.	18
	Способи енергозбереження для насосів та вентиляторів.	
PHC47.C4.16	Параметри, характеристики та режими роботи конвеєрів.	18
	Способи енергозбереження для конвеєрного транспорту.	
PHC47.C4.16	Параметри, характеристики та режими роботи конвеєрів.	18
	Способи енергозбереження для кранових механізмів.	
PHC47.C4.16	Методи розрахунку встановленої потужності електродвигуна для різних режимів роботи.	4
PHC47.C4.16	Методи оцінки ступеню завантаження електричного двигуна.	4
PHC47.C4.16	Способи керування перетворювачами частоти.	18
	Енергозберігаючі режими роботи перетворювача частоти та їх налагодження.	
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	24
PHC47.C4.16	Засоби моніторингу електроприводу для оцінки енергетичних характеристик.	6
PHC47.C4.16	Розрахунок втрат енергії та ККД електропривода.	6
PHC47.C4.16	Розрахунок потужності електродвигуна для різних режимів роботи.	6
PHC47.C4.16	Розрахунок економічної доцільності впровадження частотно-керованого електропривода.	6
РАЗОМ		204

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 конвертаційною 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	Конвертаційна
90...100	відмінно / Excellent
75...89	добре / Good
60...74	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, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 7-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	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		виконання ККР під час

	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи	контрольна робота (ККР)	екзамену за бажанням студента
--	----------------------------------	--	----------------------------	----------------------------------

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, 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 екзамену 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 кожного дескриптора 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 бакалаврського рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання
для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК**

Інтегральна компетентність – здатність особи розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов..

Дескриптори НРК	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:	95-100
	- спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень;	
	- критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	
	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		
♦ поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв’язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері професійної діяльності або навчання	Відповідь характеризує уміння:	95-100
	- виявляти проблеми;	
	- формулювати гіпотези;	
	- 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	80-84

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	реалізації двох вимог	
	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	<60
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
	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	65-69

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	реалізовано дев'ять вимог)	
	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 продовжувати навчання із значним ступенем автономії	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
	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 MOODL.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

8.1 Основні

1. Закладной А.Н. Энергосбережение средствами промышленного электропривода: Науч. пособ. / А.Н. Закладной, А.В. Праховник, А.И. Соловей. К.: Дия, 2001. 343с.
2. Браславский И.Я. и др. Энергосберегающий асинхронный электропривод

- Учебное пособие. — И.Я.Браславский, З.Ш.Ишматов, В.Н.Поляков. Под ред. И.Я.Браславского. — М.: Академия, 2004. — 256 с.
3. ДСТУ 3886-99 Енергозбереження. Системи електроприводу. Метод аналізу та вибору.
 4. Правова основа енергозбереження. Довідник. — К.: КНТ, 2007. — 400 с. (Серія: «Енергозбереження в Україні»).
 5. Ильинский Н.Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 208 с.

8.2 Додаткові

1. Радимов С.Н. Частотно-регулируемый электропривод. — Одесса: Учебное пособие, 2007. — 39 с.
2. Усольцев А.А. Частотное управление асинхронными двигателями / Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006, — 94 с.
3. Фираго, Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. — Мн.: Техноперспектива. 2006. — 363 с.
4. Сен П. Тиристорные электроприводы постоянного тока: Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 232 с.
5. Лезнов Б.С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. — М.: Машиностроение, 2013. — 176 с.
6. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудувных установках. — М.: Энергоатомиздат, 2006. — 360 с.
7. Герасимьяк Р.П., Параил В.А. Электроприводы крановых механизмов. М., «Энергия», 1970. — 136 с.
8. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. — 3-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 576 с.

9 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України.: <http://saee.gov.ua>
2. Вікіпедія. Енергозбереження: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Енергозбереження>
3. Сайт кафедри електропривода: <http://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/converters.php>
4. Інститут інженерів електротехніки та електроніки: <https://www.ieee.org/index.html>

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Енергозбереження засобами електропривода» для бакалаврів
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Розробник: Сергій Сергійович Худолій

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