

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

Кафедра електропривода

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

Казачковський М.М. _____

« ____ » _____ 2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Системи керування електроприводами»

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	15 кредитів ECTS (450 годин)
Форма підсумкового контролю	диф. залік
Термін викладання	7-й, 8-й семестр
Мова викладання	українська, англійська
.....	

Викладачі: Балахонцев О.В.

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

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

Дніпро
НТУ «ДП»
2019

Робоча програма навчальної дисципліни «Системи керування електроприводами» для бакалаврів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. електропривода. – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 13 с.

Розробник – Балахонцев О.В.

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 5.09.2019).

Рекомендовано до видання редакційною радою НТУ «ДП» (протокол № 9 від 17.09.2019).

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	6
6.2 Засоби та процедури.....	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	12
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	12
9 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ.....	13

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 С4.13 «Системи керування електроприводами» віднесено такі результати навчання:

ВР4.8, ВР5.8	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
-----------------	---

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо проектування, налагодження та експлуатації систем керування електроприводами. 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
ВР4.8, ВР5.8	ВР4.8, ВР5.8	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

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
С4.6 Теорія автоматичного керування	ВР4.8, ВР5.8 Використовувати сучасні методи розрахунку, проектування та аналізу роботи систем автоматичного керування
С4.2 Теорія електроприводу	ВР4.9, ВР5.9 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

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	200	75	125	-	-	-	-
практичні	75	29	46	-	-	-	-
лабораторні	175	63	112	-	-	-	-
семінари	-			-	-	-	-
РАЗОМ	450	167	283	-	-	-	-

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	200
PHC47.C4.7	Базові питання систем керування електроприводами	24
	Класифікація приводів в промисловості та основні вимоги до них	
	Критерії якості і задачі керування електроприводом	
	Базові поняття і компоненти СКЕП	
	Методи оптимізації динамічних систем: на основі похибки; частотні критерії оптимізації	
	Опис компонентів приводів як динамічних ланок	
PHC47.C4.7	Системи керування приводом постійного струму	84
	Способи регулювання швидкості двигуна постійного струму (ДПС)	
	Типові системи приводів постійного струму	
	Опис перетворювачів постійного струму як динамічних ланок і особливості приводів із напівпровідниковими перетворювачами	
	Елементи електропривода постійного струму як динамічні ланки	
	Розрахунок регуляторів в однозонній системі електропривода постійного струму	
	Реалізація регуляторів в цифрових системах керування	
	Врахування внутрішнього зв'язку за електрорушійною силою (ЕРС) і його компенсація	
	Аналіз перехідних процесів в однозонній системі привода постійного струму	
	Системи з опосередкованим зв'язком (за ЕРС)	
	Проектування двозонної системи привода постійного струму	
	Позиційний електропривод постійного струму	
PHC47.C4.7	Базові функції електропривода з асинхронними двигунами	44
	Способи регулювання швидкості асинхронного двигуна	
	Типові релейно-контакторні системи керування електроприводами з асинхронними двигунами	
	Класифікація і базові функції перетворювачів частоти	
	Перетворювачі частоти як динамічні ланки. Широтно-імпульсна модуляція	
	Типові системи керування із частотними перетворювачами. Технологічні зворотні зв'язки	
	Скалярне керування частотними електроприводами. Налагодження вольт-частотних характеристик	
PHC47.C4.7	Динаміка асинхронного електропривода	48
	Опис асинхронного двигуна в різних системах координат	
	Принцип формування вектору напруги (просторо-часова модуляція)	
	Класична система векторного керування	

	Спостерігачі потокозчеплення і швидкості	
	Пряме керування моментом в асинхронному електроприводі	
	ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ	175
	Дослідження релейно-контакторних схем керування електроприводом	25
	Дослідження динамічних властивостей однозонного електропривода постійного струму	25
	Дослідження електропривода постійного струму з опосередкованим зв'язком за швидкістю	25
	Дослідження позиційного електропривода постійного струму	25
	Дослідження двозонного електропривода постійного струму	25
	Моделювання асинхронного двигуна в різних системах координат	25
	Дослідження динамічних властивостей векторного асинхронного електропривода	25
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	75
	Розрахунок параметрів моделі двигуна постійного струму за його паспортними даними	15
	Робота з моделлю привода постійного струму. Завдання режимів і побудова графіків	20
	Синтез структури і розрахунок параметрів системи скалярного керування асинхронним двигуном	20
	Синтез структури і розрахунок параметрів системи векторного керування асинхронним двигуном	20
	РАЗОМ	450

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 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	програма лабораторної роботи	виконання досліджень, передбачених програмою лабораторних занять, захист результатів		
-------------	------------------------------	--	--	--

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання. Лабораторні заняття оцінюються відповідно до якості отриманих експериментальних результатів, коректності розрахунків, що передбачені змістом лабораторної роботи та рівнем захисту кожної лабораторної роботи студентом.

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 магістерського рівня вищої освіти (подано нижче).

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

Інтегральна компетентність – здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
Знання		
♦ спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи; ♦ критичне осмислення проблем у навчанні та /або професійній діяльності та на межі предметних галузей	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		
♦ розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог; ♦ провадження	Відповідь характеризує уміння: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - оновлювати знання; - інтегрувати знання; - провадити інноваційну діяльність; - провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
дослідницької та/або інноваційної діяльності	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	<60
Комунікація		
♦ зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються; ♦ використання іноземних мов у професійній діяльності	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

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	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		
♦ відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди; ♦ здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним	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 MOODLe.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

8.1 Основні

1. Перельмутер В.В. Прямое управление моментом и током двигателей переменного тока. Научное издание, Харьков: Основа, 2004 -210с.
2. Спеціальні питання теорії електропривода: навч. посібник (3 частини) /І.С. Шевченко, Д.І. Морозов. – К.: Кафедра, 2014.
3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. - Л.: Энергоатомиздат, 1982. - 391 с.

8.2 Додаткові

1. Перельмутер В.М., Сидоренко В.А. Системы управления тиристорного электропривода постоянного тока. - М. Энергоатомиздат, 1988. - 302 с.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: Учебник. - М.: Академия, 2006 – 265 с.
3. Борцов Ю.А., Поляхов Н.Д., Путов В.В. Электромеханические системы с адаптивным и модальным управлением.- Л.:Энергоатомиздат, 1984. - 214 с.
4. Зимин Е.Н., Яковлев В.И. Автоматическое управление электроприводами. - М.: Высшая школа, 1979. -317 с.
5. Фишбейн В.Г. Расчет систем подчиненного регулирования вентильного электропривода постоянного тока. - М.: Энергия, 1972. - 136 с.
6. Эпштейн И.И. Автоматизированный электропривод переменного тока. - М.:Энергоиздат, 1982. - 192 с.
7. Терехов В.М. Системы управления электроприводов: Учебник / В.М. Терехов, О.И. Осипов; Под ред. В.М. Терехова. – 2-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2006 – 300 с.
8. Шипилло В.П. Автоматизированный вентильный электропривод. -М.: Энергия, 1969.- 400 с.
9. Сен П. Тиристорные электроприводы постоянного тока. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 232 с.
- 10.Зимин Е.Н., Кацевич В.Л., Козырев С.К. Электроприводы постоянного тока с вентильными преобразователями. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 192 с.
- 11.Бригиневи́ч Б.В., Голованов А.К. Наладка тиристорных электроприводов с раздельным управлением. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 152 с.
- 12.Шавьолкін О.О., Наливайко О.М. Перетворювальна техніка: Навч. посібник. – Краматорськ: Донбаська ДМА, 2008. – 328 с.
- 13.Werner Leonard. Control of Electric Drives. Springer Science & Business Media, 2001.

14. Bose Bimal K. Power Electronics and Motor Drives: Advances and Trends. – Elsevier, 2006. – 917 p.
15. Vas, Peter. Sensorless Vector and Direct Torque Control / Peter Vas – New York: Oxford University Press Inc, 1998. – 367 p.

9 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотека матеріалів по електроприводам на порталі MathWorks
<https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/powersys/ug/about-the-electric-drives-library.html>
2. Electric Drives - Motor Controllers and Control Systems на порталі Electropaedia <https://www.mpoweruk.com/motorcontrols.htm>
3. Electric Drives Systems на порталі Science
<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/electric-drive-system>
4. Література на сайті кафедри електропривода:
<http://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/converters.php>

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Системи керування електроприводами» для бакалаврів
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Розробник: Олександр Васильович Балахонцев

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