

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

Кафедра електропривода

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

Худолій С.С. 

«31» серпня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Вентильний електропривод загальнопромислових механізмів»

Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітній рівень.....	Магістр
Освітня програма	«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Статус	Вибіркова
Загальний обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік
Термін викладання	2-й семестр
Мова викладання.....	українська

Викладач: _____ Боровик Р.О. _____

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

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 «Вентильний електропривод загальнопромислових механізмів» для магістрів освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. електропривода. – Д.: НТУ «ДП», 2021. – 14 с.

Розробник – Боровик Р.О.

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 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.....	6
6.2 Засоби та процедури	7
6.3 Критерії	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	11
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	12

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо принципів роботи, специфіки функціонування та області застосування вентильних перетворювачів для керування електроприводами загальнопромислових механізмів; розрахунків параметрів та налагодження сучасних перетворювачів енергії зважаючи на особливості механізмів.

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

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
ДРН.1	Вміти класифікувати загальнопромислові механізми в залежності від різних критеріїв.
ДРН.2	Знати схеми побудови ТРН статора АД та розуміти принципи керування ними для досягнення бажаних технологічних та енергетичних показників.
ДРН.3	Знати схеми побудови ТРС ротора АД та розуміти принципи керування ними для досягнення бажаних технологічних та енергетичних показників.
ДРН.4	Розуміти принципи побудови комбінованого керування АД
ДРН.5	Знати основні принципи каскадного керування АД з фазним ротором
ДРН.6	Знати основні способи керування СД для різних промислових механізмів, принципи побудови і схеми тиристорних збудників СД
ДРН.7	Знати принципи налагодження вентильних перетворювачів для різних технологічних задач, вміти аналізувати роботу обладнання

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Відсутні

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	48	18	28				
практичні	24	9	15				
лабораторні	48	18	30				
семінари	-	-	-				
РАЗОМ	120	45	75				

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	48
ДРН.1	Вступ Класифікація ЗПМ Шляхи енергозбереження в ЕП	2
ДРН.2	1. Асинхронні електроприводи з тиристорними регуляторами напруги (ТРН) 1.1 Основний принцип і методи параметричного керування АД 1.2 Тиристорні регулятори напруги (ТРН) з фазовим керуванням 1.3 Робота ТРН на однофазне навантаження при фазовому керуванні 1.4. Робота ТРН на трифазне навантаження при фазовому керуванні 1.5 Реалізація за допомоги ТРН динамічного гальмування АД 1.6 Регулювання швидкості АД при фазовому керуванні ТРН 1.7 Системи фазового керування тиристорами ТРН 1.8 Основні режими, що реалізуються ТРН 1.9 Плавний пуск і гальмування АД 1.10 Імпульсне керування швидкістю АД за допомогою ТРН 1.11 Квазічастотне керування швидкістю АД за допомогою ТРН 1.12 Области застосування ТРН статора АД 1.13 Серійні тиристорні станції керування 1.14 Сучасні пристрої плавного пуску	20
ДРН.3	2. Тиристорні регулятори струму (ТРС) ротора АД 2.1 Принципи роботи та схеми ТРС ротора АД при фазовому керуванні 2.2 Принципи роботи та схеми ТРС ротора АД при імпульсному керуванні 2.3 Схеми з імпульсним керуванням струмом ротору, будь-якій точці I квадранту 2.4 Системи керування ТРС ротора АД Переваги застосування керування струму ротора АД	10
ДРН.4	3. Комбіноване керування АД з фазним ротором	2
ДРН.5	4. Каскадні схеми електроприводів 4.1 Вентильно-машинні каскади 4.2 Розрахунок потужності та вибір допоміжних машин каскадів 4.3 Каскадні схеми з керованими випрямлячами в колі ротора АД 4.4 Асинхронно-вентильний каскад (АВК) 4.5 Схеми автоматичного регулювання швидкості АВК	8
ДРН.6	5. Синхронний електропривод 5.1 Синхронний електропривод, як об'єкт керування 5.2 Класифікація СП 5.3 Вимоги до систем керування СП 5.4 Основні закони автоматичного регулювання збудження СП 5.5 Комплектні тиристорні збудники	6
	ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ	48

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ДРН.7	Замкнена система керування на основі перетворювача частоти. Прикладні функції ПЧ.	6
	Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Насосна установка. ВЕП-1	12
	Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Компресорна установка. ВЕП-2	12
	Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Вентиляторна установка з нагрівачем. ВЕП-3	12
	Каскадний пуск групового приводу. ВЕП-4	6
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	24
ДРН.1	Розрахунок статичних та динамічних навантажень ПТС. Визначення необхідної потужності привідного двигуна.	4
	Визначення потужності відцентрових турбомеханізмів. Розрахунок Q-H характеристик та статичного моменту.	4
	Визначення потужності поршневих турбомеханізмів. Індикаторна діаграма роботи.	4
	Принцип роботи типових схем загальнопромислових механізмів. Типові захисти та засоби керування.	12
РАЗОМ		120

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
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 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 заняття	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 роботи оцінюються якістю виконаних досліджень, правильністю розрахунків та аргументацією під час захисту результатів.

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

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
– спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та	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 не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
– спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур; – здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах; – здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	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/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
– зрозумілі і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців,	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> – правильна; – чиста; – ясна; – точна; – логічна;	95-100

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
зокрема до осіб, які навчаються	– виразна; – лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i> – 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	
	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)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	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
Відповідальність і автономія		
– управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів; – відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або	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;	95-100

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
оцінювання результатів діяльності команд та колективів; – здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії	– належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
ВЕР-1	Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Насосна установка	Перетворювач частоти Відцентровий насос Датчик тиску Персональний комп'ютер ПО SoMove
ВЕР-2	Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Компресорна установка	Перетворювач частоти Компресор Датчик тиску Персональний комп'ютер ПО SoMove
ВЕР-3	Налагодження ПЧ з ПІД-регулятором в системи електропривода підлеглого керування за технологічним параметром. Вентиляторна установка з нагрівачем	Перетворювач частоти Відцентровий вентилятор Датчик температури Нагрівальна установка Персональний комп'ютер ПО SoMove
ВЕР-4	Каскадний пуск групового приводу	Асинхронний двигун — 2 шт Стенд з наборним полем — 2 шт Пристрій плавного пуску ПО SoMove

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основні

1. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. та інш. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навч. посіб. за напрямом «Електромеханіка» / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та інш. – К.: Либідь, 2005. – 397 с. Ч1.

2. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. та інш. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навч. посіб. за напрямом «Електромеханіка» / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та інш. – К.: Либідь, 2005. – 680 с. Ч2.

3. Автономні перетворювачі та перетворювачі частоти: Навчальний посібник / М.М. Казачковський. – Дніпропетровськ: НГА України, 2000. – 196 с.

4. Казачковський М.М. Комплектні електроприводи: Навч. посібник (гриф МОН). – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003. – 206 с.

Додаткові

5. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. – М.: Энергия, 1980. – 360 с.

6. Соколов М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов. – М.: Энергия, 1976. – 488 с.

7. Браславский И.Я. Асинхронный полупроводниковый электропривод с параметрическим управлением. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 224 с.

8. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.

9. Тиристорные преобразователи напряжения для асинхронного электропривода / Л.П. Петров, О.А. Андющенко, В.И. Капинос и др. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 200 с.

10. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 392 с.

11. Соколов М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов. Учебник для студентов, обучающихся по специальности «Электропривод и автоматизация пром. установок». Изд. 3-е, переработ. и доп., М., «Энергия», 1976. – 488 с.

12. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями. – М.: Энергоиздат, 1982. – 216 с.

13. Усольцев А.А. Частотное управление асинхронными двигателями / Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006, – 94 с.

14. 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.

15. Лезнов Б.С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. – М.: Машиностроение, 2013. – 176 с.

16. Программирование преобразователя частоты Altivar 61. Методические материалы для слушателей курсов повышения квалификации и студентов специальности 7.092203 «Электромеханические системы автоматизации и электропривод» / Составили: проф. Н.Н. Казачковский, асс. Д.В. Якупов. — Днепропетровск: Национальный горный университет ООО «Шнейдер Электрик Украина», 2008. — 103 с.

17. Программирование преобразователя частоты Altivar 71. Методические материалы для слушателей курсов повышения квалификации и студентов специальности 7(8).092203 «Электромеханические системы автоматизации и электропривод» / Составили: проф. Н.Н. Казачковский, асс. Д.В. Якупов. — Днепропетровск: Национальный горный университет ООО «Шнейдер Электрик Украина» ООО НПП «Центр электромеханической диагностики», 2007. — 105 с.

18. Программирование преобразователя частоты Altivar 600. Методическое пособие для студентов специальности 141 «Электроэнергетика, электротехника и электромеханика» (специализация «Электромеханические системы автоматизации и электропривод») и слушателей курсов повышения квалификации / Составили: проф. Н.Н. Казачковский, асс. Д.В. Якупов. — Днепропетровск: Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет» ООО «Шнейдер Электрик Украина», 2016. — 137 с.

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Вентильний електропривод загальнопромислових механізмів» для
магістрів освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»

Розробник: Боровик Роман Олексійович

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