



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

## МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

### НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та  
обчислювальної техніки

Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих  
технологій

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з науково-педагогічної,  
методичної та виховної роботи



О.А. Лагоднюк  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 р.  
Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**04-03-62**

### **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ** **Program of the Discipline**

**Автоматизований електропривод**  
**Automatic Electric Drive**

спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Specialty – 141 «Electric Power, Electrical Engineering and Electromechanics»



Робоча програма навчальної дисципліни «Автоматизований електропривод»  
для студентів, які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка». Рівне: НУВГП, 2018. 15 с.

Розробник: Літковець С.П., канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації,  
електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації,  
електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Протокол від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р. № \_\_\_

Завідувач кафедри



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

В.В. Древецький

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 141  
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Протокол від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р. № \_\_\_

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ С.В. Василюк

© С.П. Літковець, 2018 р.

© НУВГП, 2018 р.



## ВСТУП

Програма дисципліни «Автоматизований електропривод» відноситься до дисциплін фахової підготовки, складена відповідно до освітньої програми спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Автоматизований електропривод» є формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок з принципів побудови, функціонування, управління та розрахунку різних типів електроприводів, що дасть змогу фахівцям в галузі електромеханіки використовувати їх для вирішення задач різного ступеня складності.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Автоматизований електропривод» є складовою частиною циклу професійної підготовки для студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Вивчення дисципліни передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів – «Основи метрології та електричних вимірювань», «Теоретичні основи електротехніки», «Основи автоматики», «Електричні машини».

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

### Анотація

Вивчення автоматизованого електропривода є невід'ємною складовою частиною у формуванні професійної компетентності фахівців електроенергетичної галузі. Навчальна дисципліна «Автоматизований електропривод» покликана допомогти у підготовці фахівців електромеханіків. Під час вивчення даної дисципліни студенти здобудуть знання з принципів побудови автоматизованих електроприводів, які допоможуть у їх розрахунку та використанні у виробничих механізмах і технологічних комплексах.

Курс «Автоматизований електропривод» носить важливий характер при здобутті студентами знань в області електромеханічних систем, вміння використовувати які допоможе сформувати кваліфікованих фахівців для електроенергетичної галузі України.



**Ключові слова:** автоматизований електропривод, електромеханічна система, двигун постійного струму, асинхронний електропривод, система керування, енергозбереження.

### **Abstract**

The study of automatic electric drive is an integral part in the formation of professional competence of specialist's electric power industry. Discipline «Automatic Electric Drive» designed to assist in training the electrical engineers. During the study of this discipline, students will gain knowledge of the principles of construction automatic electric drive, which will help for calculating them and use in production mechanisms and technological complexes.

The course «Automatic Electric Drive» is especially important in the students' acquiring knowledge of electromechanical systems; the ability to use that knowledge will generate qualified specialists for electric power industry of Ukraine.

**Key words:** automatic electric drive, electromechanical system, DC motor, asynchronous electric drive, control system, power saving.



## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Нормативна	
	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»		
Модулів – 2	Рівень вищої освіти: бакалавр	Рік підготовки:	
Змістовних модулів – 2		3-й	3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання:		Семестр	
		5-й	6-й
Загальна кількість годин – 150			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,6 самостійної роботи студента – 6,4		Лекції	
		26 год.	2 год.
		Практичні	
		14 год.	6 год.
		Лабораторні	
		14 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		96 год.	134 год.
		Індивідуальне завдання:	
		–	–
	Вид контролю:		
	екзамен	екзамен	

Примітка.

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

для денної форми навчання – 36% до 64%

для заочної форми навчання – 11% до 89%



## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** навчальної дисципліни «Автоматизований електропривод» є формування у студентів сучасного рівня знань з принципів побудови та практики використання автоматизованих електроприводів виробничих механізмів і технологічних комплексів, здійснення їхнього синтезу та аналізу, а також експериментальне вивчення характеристик елементів автоматизованого електроприводу.

**Завдання:** оволодіти теоретичною базою та практичними вміннями розрахунку автоматизованих електроприводів виробничих механізмів і технологічних комплексів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- класифікацію електроприводів та принципи їх будови;
- часові та частотні характеристики електроприводів;
- основні способи керування координатами електроприводів;
- методи розрахунків потужності електроприводів;
- сучасні системи керування електроприводами;

**вміти:**

- обґрунтовувати вибір електроприводу і спосіб регулювання його швидкості;
- розраховувати параметри сучасних систем керування електроприводами як в усталених, так і в динамічних режимах, виходячи із заданих якісних показників їх роботи;
- складати та досліджувати математичні моделі автоматизованих електроприводів з метою оптимізації їх параметрів.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1.

#### Змістовий модуль 1. Основи електроприводу.

##### Тема 1. Класифікація електроприводів. Механічні характеристики.

Загальні положення. Приведення моментів сил опору, інерційних мас і моментів інерції. Механічні характеристики виробничих механізмів і електродвигунів. Усталені режими.

##### Тема 2. Часові та частотні характеристики електроприводу.

Рівняння руху електроприводу. Час прискорення і сповільнення. Оптимальне передаточне число. Часові та частотні характеристики одно- і двомасових систем.

##### Тема 3. Регулювання швидкості двигунів постійного струму.

Регулювання кутової швидкості двигунів постійного струму незалежного і послідовного збудження. Гальмівні режими двигунів постійного струму. Часові та частотні характеристики.



**Тема 4. Перетворювачі напруги електроприводів постійного струму.**

Тиристорні керовані випрямлячі. Системи імпульсно-фазового керування. Імпульсні перетворювачі постійної напруги.

**Тема 5. Регулювання кутової швидкості двигунів змінного струму.**

Механічні характеристики асинхронних двигунів і регулювання їх швидкості. Перетворювачі частоти. Регулювання швидкості синхронних двигунів. Гальмівні режими двигунів змінного струму.

**Тема 6. Методи розрахунку потужності електроприводів.**

Втрати енергії в електроприводах. Нагрівання і охолодження двигунів. Режими роботи і навантажувальні діаграми. Розрахунки потужності двигунів у тривалому, повторно-короткочасному та короткочасному режимах роботи.

**Модуль 2.**

**Змістовий модуль 2. Системи керування електроприводами.**

**Тема 7. Релейно-контакторні системи керування електроприводами.**

Загальні положення. Структура релейно-контакторних систем керування. Принципові схеми. Захист від перевантажень. Системи електробезпеки.

**Тема 8. Системи керування з підпорядкованим регулюванням.**

Структурна схема. Синтез регуляторів струму і швидкості. Обмеження струму. Задавачі інтенсивності.

**Тема 9. Системи керування швидкістю асинхронного електропривода.**

Регулювання швидкості напругою живлення. Плавний пуск. Системи скалярного керування частотою живлення. Векторне керування і пряме керування моментом.

**Тема 10. Енергозберігаючий асинхронний електропривод.**

Загальні положення. Втрати енергії в усталених і перехідних режимах. Економічна ефективність частотно-регульованого електропривода.

**4. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	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
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Основи електроприводу</b>												
Тема 1. Класифікація електроприводів. Механічні характеристики.	14	2	2	2		8	18	2	2	2		12
Тема 2. Часові та частотні характеристики електроприводу.	14	4	2			8	14		2			12



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 3. Регулювання швидкості двигунів постійного струму.	18	4	2	2		10	14			2		12
Тема 4. Перетворювачі напруги електроприводів постійного струму.	18	2		4		12	16			2		14
Тема 5. Регулювання кутової швидкості двигунів змінного струму.	18	4	2			12	16					16
Тема 6. Методи розрахунку потужності електроприводів.	14	2	2			10	16		2			14
Разом за змістовим модулем 1	96	18	10	8		60	94	2	6	6		80
<b>Модуль 2</b>												
<b>Змістовий модуль 2. Системи керування електроприводами</b>												
Тема 7. Релейно-контакторні системи керування електроприводами.	12	2		2		8	12					12
Тема 8. Системи керування з підпорядкованим регулюванням.	10	2				8	14					14
Тема 9. Системи керування швидкістю асинхронного електропривода.	18	2	2	4		10	18			2		16
Тема 10. Енергозберігаючий асинхронний електропривод.	14	2	2			10	12					12
Разом за змістовим модулем 2	54	8	4	6		36	56	0	0	2		54
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		<b>96</b>	<b>150</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>8</b>		<b>134</b>

### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	4
1	Основні відомості. Механіка електроприводу.	2	2
2	Механічні характеристики електроприводів постійного струму.	2	2
3	Механічні характеристики електроприводів змінного струму.	2	
4	Регулювання кутової швидкості електроприводів.	2	
5	Перехідні режими в електроприводах.	2	





1	2	3	4
6	Розрахунок потужності та вибір двигунів.	2	2
7	Методи розрахунку параметрів систем автоматичного регулювання швидкості в усталеному режимі.	2	
	Разом	14	6

## 6. Темы лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Охорона праці під час виконання лабораторних робіт.	2	2
2	Дослідження енергетичної ефективності функціонування електроприводу постійного струму.	4	2
3	Дослідження тиристорного електроприводу постійного струму.	2	2
4	Дослідження системи частотного керування асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором.	2	
5	Дослідження механічної характеристики асинхронного двигуна у складі некерованого електропривода.	4	2
	Разом	14	8

## 7. Самостійна робота

Самостійна робота є методом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу з навчальної дисципліни може виконуватися в бібліотеці, навчальних аудиторіях та в домашніх умовах.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- опрацювання лекційного матеріалу – 13 год.;
- опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях – 25 год.;
- підготовка до практичних робіт – 14 год.;
- підготовка до лабораторних робіт – 14 год.;



– підготовка до контрольних заходів – 30 год.

**Всього: 96 год.**

Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:

– опрацювання лекційного матеріалу – 2 год.;

– опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях – 88 год.;

– підготовка до практичних робіт – 6 год.;

– підготовка до лабораторних робіт – 8 год.;

– підготовка до контрольних заходів – 30 год.

**Всього: 134 год.**

### 7.1. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	4
1	Класифікація електроприводів. Механічні характеристики.	2	6
2	Часові та частотні характеристики електроприводу.	4	6
3	Регулювання швидкості двигунів постійного струму.	4	8
4	Перетворювачі напруги електроприводів постійного струму.	4	8
5	Регулювання кутової швидкості двигунів змінного струму.	2	10
6	Методи розрахунку потужності електроприводів.	6	10
7	Релейно-контакторні системи керування електроприводами.	4	8
8	Системи керування з підпорядкованим регулюванням.	6	10
9	Системи керування швидкістю асинхронного електропривода.	4	10
10	Енергозберігаючий асинхронний електропривод.	4	8
11	Частотне керування синхронними електроприводами.	8	6
12	Синтез систем контакторного керування двигунами.	8	6
13	Слідкуючі системи керування двигунами.	10	8
	Разом	66	104



## 8. Методи навчання

Лекції читаються з використанням мультимедійних проекторів для демонстрації технічних характеристик електроприводів та їх елементів, схем ввімкнення, прикладів використання, різноманітних графіків та діаграм. Під час лекцій проводиться дискусійне обговорення проблемних питань.

Практичні заняття проводяться з метою закріплення знань, отриманих на лекціях, шляхом розв'язання задач для набуття практичних навичок, необхідних у майбутній професійній діяльності випускників.

Лабораторні роботи з елементами наукових досліджень проводяться на спеціальних лабораторних стендах та мають необхідне методичне забезпечення на паперових та електронних носіях.

## 9. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи контролю знань:

- оцінювання за розв'язання задач на практичних заняттях;
- оцінювання за виконання домашніх завдань;
- оцінювання за виконання лабораторних робіт;
- опитування під час захисту лабораторних робіт;
- оцінювання модульних контрольних робіт;
- підсумковий екзамен.

Усі форми контролю включено до 100-бальної шкали оцінювання.

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Розподіл балів по темам для стаціонару:

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий екзамен	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
5	7	6	5	8	8	4	4	6	7	40	100

**Примітка.** T1, ..., T10 – теми змістових модулів

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного та підсумкового контролю, є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;
- вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їх взаємозв'язку і розвитку;



– характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);

– вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

– вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на практичних та лабораторних заняттях, ІНДЗ, результатів самостійної роботи студентів) проводиться за такими критеріями:

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Розподіл балів, що присвоюються студентам денної форми навчання за видами робіт:

Форма навчальної діяльності	Вид контролю	Максимальна кількість балів за одне заняття (один звіт з л.р.)	Кількість занять (звітів з л.р.)	Сума балів	Разом за формами навчальної діяльності
Лекції	Відвідування	0,5	13	6,5	6,5
Практичні заняття	Підготовка до заняття	0,4	7	2,8	13,3
	Робота під час заняття	0,75	7	5,25	
	Виконання домашнього завдання	0,75	7	5,25	
Лабораторні роботи	Підготовка до лабораторної роботи	0,25	7	1,75	22
	Виконання лабораторної роботи	0,75	7	5,25	
	Захист звіту з лабораторної роботи	2,5	6	15	
Модульна контрольна робота №1 (31 тиждень)					9,1
Модульна контрольна робота №2 (39 тиждень)					9,1
<b>Всього за поточну роботу</b>					<b>60</b>
Підсумковий екзамен					40
Заохочувальні бали за участь в науковій і проектній роботі, доповідь на конференції, стаття, участь в олімпіаді					до 10
<b>Всього</b>					<b>100</b>



Розподіл балів, що присвоюються студентам заочної форми навчання за видами робіт:

Форма навчальної діяльності	Вид контролю	Максимальна кількість балів за одне заняття (один звіт з л.р.)	Кількість занять (звітів з л.р.)	Сума балів	Разом за формами навчальної діяльності
Лекції	Відвідування	3	1	3	3
Практичні заняття	Підготовка до заняття	2	3	6	21
	Робота під час заняття	2	3	6	
	Виконання домашнього завдання	3	3	9	
Лабораторні роботи	Підготовка до лабораторної роботи	3	4	12	36
	Виконання лабораторної роботи	3	4	12	
	Захист звіту з лабораторної роботи	4	3	12	
<b>Всього за поточну роботу</b>					60
Підсумковий екзамен					40
Заохочувальні бали за участь в науковій і проектній роботі, доповідь на конференції, стаття, участь в олімпіаді					до 10
<b>Всього</b>					100

До іспиту допускаються студенти, які виконали навчальний план, тобто виконали і захистили усі лабораторні роботи.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	відмінно
82-89	добре
74-81	
64-73	
60-63	задовільно
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни



## 11. Методичне забезпечення

1. Баховець, Б.О. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизований електропривод» / Б.О. Баховець, Ю.С. Драчук. – Рівне: НУВГП, 2014. – 48 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/242/>

## 12. Рекомендована література

### Базова

1. Баховець, Б.О. Автоматизований електропривод: навчальний посібник / Б.О. Баховець. – Рівне: НУВГП, 2011. – 238 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2383/1/716492%20zah.pdf>

2. Чиликин, М.Г. Общий курс электропривода / М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.

3. Ильинский, Н.Ф. Основы электропривода: учебное пособие для вузов / Н.Ф. Ильинский. – М.: МЭИ, 2003. – 224 с.

4. Калінов, А.П. Елементи автоматизованого електропривода: навчальний посібник / А.П. Калінов, В.О. Мельников. – Кременчук: КрНУ, 2013. – 276 с.

### Допоміжна

1. Ключев, В.И. Теория электропривода: учебник для вузов / В.И. Ключев. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.

2. Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов / Г.Г. Соколовский. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 268 с.

3. Белов, М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для вузов / М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 576 с.

4. Електромеханічні системи автоматизованого керування та електропривод / За ред. М.Г. Поповича та О.Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.

5. Терехов, В.М. Системы управления электроприводов / В.М. Терехов, О.И. Осипов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 300 с.

6. Онищенко, Г.Б. Электрический привод: учебник для вузов / Г.Б. Онищенко. – М.: РАСХН, 2003. – 320 с.

7. Браславский, И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учебное пособие для студентов вузов / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков; Под ред. И.Я. Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.



### Електронний репозиторій НУВГП

1. Герасимов, Г.Г. Гідравлічні та аеродинамічні машини: Підручник / Г.Г. Герасимов. – Рівне: НУВГП, 2008. – 241 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2264/1/076%20zah.pdf>

### 13. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека НУВГП / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nuwm.edu.ua/MySQL/page\\_lib.php](http://nuwm.edu.ua/MySQL/page_lib.php)

2. Цифровий репозиторій за напрямом підготовки «Електротехніка» ХНУМГ ім. О.М. Бекетова / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/view/subjects/naprayum=5F0906.html>

3. Електронний архів кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу НТУУ «КПІ» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/167>

4. Журнал «Електротехніка і Електромеханіка» / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eie.khpi.edu.ua/>

5. Журнал «Електромеханічні і енергозберігаючі системи» / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ees.kdu.edu.ua/>

