

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра «Електричні машини»

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Завідувач кафедри «Електричні машини» \_\_\_\_\_ В.І. Мілих  
(підпис)

24 вересня 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ**  
**СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ»**

рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

галузь знань – 14 Електрична інженерія

спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізація – 141.06 Електричні машини

вид дисципліни – професійна підготовка, вибіркова

форма навчання – денна

Харків – 2020 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

### ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Розробник:

доцент кафедри електричних машин,  
канд. техн. наук

О.О. Дунєв

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри «Електричні машини»

Протокол від «24» вересня 2020 року № 3

Завідувач кафедри «Електричні машини»

В.І. Міліх

### ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Голови груп забезпечення спеціальностей

## **МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Метою** робочої програми навчальної дисципліни є підготовка бакалаврів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», одержання майбутніми бакалаврами теоретичних і практичних знань в області використання методів моделювання та аналізу систем автоматичного керування електричними машинами та роботи із мікроконтролерами.

### **Компетентності**

Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. Здатність приймати обґрунтовані рішення. Готовність та здатність високоякісно виконувати роботу як самостійно так і колективно та приймати рішення в межах своїх професійних знань та компетенцій, працюючи в команді. Здатність використовувати знання з метрології та електричних вимірювань, теорії автоматичного керування та електроніки для вирішення задач вимірювання, конструювання, контролю та керування в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. Здатність використовувати знання з основ електромеханіки: теорії електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання та аналізу режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і проектування електроенергетичних та електромеханічних систем ЗК-6, ЗК-7, ЗК-8, ПК-5, ПК-6, ПК-8.

### **Результати навчання**

Визначати принципи побудови та нормального функціонування елементів електроенергетичних, електротехнічних електромеханічних комплексів та систем. Визначати принципи побудови та функціонування елементів систем контролю, керування та автоматики електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів. Вирішення професійних задач з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексів і систем. Наслідувати зразки дій, стратегії та тактики розв'язання професійних завдань досвідченими працівниками у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Знати основи математичного опису систем автоматичного керування, вміти визначати, коригувати критерії стійкості та якості систем автоматичного керування. Знати особливості фізичних процесів та характеристик, що супроводжують роботу електричних машин.

РНп-1, РНп-2, РНп-4, РНп-5, РНп-13, РНс6-5, РНс6-6.

### Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Загальна фізика Вища математика Технічна механіка Теоретичні основи електротехніки Основи метрології та електричних вимірювань Основи електроніки Електричні машини	Теорія електропривода Електричні машини автоматики та побутової техніки Моделювання електромеханічних систем

### ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль		
	Всього (годин) / кредитів ECTS	З них		Лекції	Лабораторні заняття			Практичні заняття, семінари	Залік	Екзамен
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)							
4	180/6	96	84	32	32	32	РГ	2	+	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу становить 53 %.

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
<b>Змістовий модуль № 1</b>				
1	Л	2	<p><b>Тема 1.</b> Основні поняття. Поняття про автоматичне керування. Функціональні елементи систем автоматичного керування. Задачі теорії автоматичного керування. Класифікація систем автоматичного керування. Закони керування.</p>	1,2,3
2	Л	6	<p><b>Тема 2.</b> Моделювання лінійних систем автоматичного керування 2.1. Поняття про математичне моделювання систем автоматичного керування. Структурна схема систем автоматичного керування. Рівняння ланок і систем. Лінеаризація рівнянь ланок і систем. Операторні форми запису диференціальних рівнянь ланок і систем. 2.2. Часові і частотні характеристики ланок і систем. Зв'язок між характеристиками ланок, систем. 2.3. Типові ланки систем автоматичного керування (пропорційна, аперіодична, коливальна, інтегруюча, диференціююча, ланка з постійним запізненням) та їх характеристики. 2.4. Одержання математичних моделей систем автоматичного керування по математичним моделям ланок.</p>	1,2,3
3	Л	2	<p><b>Тема 3.</b> Стійкість лінійних систем автоматичного керування. 3.1. Поняття про стійкість. Зв'язок стійкості з коренями характеристичного рівняння систем автоматичного керування. Алгебраїчні критерії стійкості. Критерій Гурвіца. 3.2. Частотні критерії стійкості. Критерії Михайлова і Найквіста. Запас стійкості. Області стійкості. Побудова областей стійкості систем автоматичного керування за допомогою критеріїв Гурвіца, Михайлова і Найквіста.</p>	1,2,3

1	2	3	4	5
4	Л	1	<b>Тема 4.</b> Якість лінійних систем автоматичного керування в сталих режимах. 4.1. Класифікація сталих режимів лінійних систем автоматичного керування. Оцінка якості управління в статичному і динамічному сталих режимах при детермінованих діях ( гармонійних і таких, що змінюються з постійною похідною).	1,2,3
5	Л	2	<b>Тема 5.</b> Якість лінійних систем автоматичного керування в перехідних режимах. 5.1. Оцінка якості управління в перехідних режимах. Частотні критерії якості перехідних режимів. 5.2. Кореневі і інтегральні критерії якості перехідних режимів.	1,2,3
6	Л	3	<b>Тема 6.</b> Корекція якості лінійних систем автоматичного керування. 6.1. Послідовні і паралельні ланки, що корегують. 6.2. Способи підвищення якості систем автоматичного керування в сталих режимах. 6.3. Способи підвищення якості систем автоматичного керування в перехідних режимах.	1,2,3
<b>Лабораторні заняття</b>				
7	ЛЗ	2	Робота 1. Дослідження законів керування.	4,5
8	ЛЗ	2	Робота 2. Дослідження роботи безперервних і дискретних систем автоматичного керування (лінійних і нелінійних).	4,5
9	ЛЗ	2	Робота 3. Складання диференціальних рівнянь ланок систем автоматичного керування.	4,5
10	ЛЗ	2	Робота 4. Вирішення диференціальних рівнянь ланок систем автоматичного керування класичним і операторним методами.	4,5
11	ЛЗ	2	Робота 5. Дослідження часових характеристик типових ланок систем автоматичного керування.	4,5
12	ЛЗ	4	Робота 6. Дослідження частотних характеристик типових ланок систем автоматичного керування.	4,5
13	ЛЗ	2	Робота 7. Складання диференціальних рівнянь лінійних систем автоматичного керування.	4,5
14	ЛЗ	2	Робота 8. Дослідження стійкості лінійних систем автоматичного керування за допомогою критеріїв стійкості Гурвіця і Михайлова.	4,5
15	ЛЗ	2	Робота 9. Дослідження стійкості лінійних систем автоматичного керування за допомогою критерію стійкості Найквіста. Дослідження областей стійкості лінійних систем автоматичного керування.	4,5
16	ЛЗ	2	Робота 10. Оцінка якості керування в сталих режимах лінійних систем автоматичного керування.	4,5

1	2	3	4	5
17	ЛЗ	2	Робота 11. Оцінка якості керування в перехідних режимах лінійних систем автоматичного керування по перехідних і частотних характеристиках.	4,5
18	ЛЗ	2	Робота 12. Оцінка якості керування в перехідних режимах лінійних систем автоматичного керування з використанням кореневих і інтегральних критеріїв якості.	4,5
19	ЛЗ	2	Робота 13. Дослідження послідовних і паралельних ланок, що корегують.	4,5
20	ЛЗ	2	Робота 14. Підвищення якості керування в сталих режимах лінійних систем автоматичного керування.	4,5
21	ЛЗ	2	Робота 15. Підвищення якості керування в перехідних режимах лінійних систем автоматичного керування.	4,5
<b>Змістовий модуль № 2</b>				
22	Л	2	<b>Тема 1.</b> Основні поняття про мікроконтролери, опис їх архітектури. Пристрої введення-виведення інформації.	6,7,8
23	Л	2	<b>Тема 2.</b> Платформа модульних мікроконтролерів Arduino Nano. Робота із платформою Arduino за допомогою програми Arduino IDE.	6,7,8
24	Л	4	<b>Тема 3.</b> Підключення Arduino Nano до ПК, інтерфейси платформи, описання распиновки плати, робота із ШІМ модулем та модулем переривання.	6,7,8
25	Л	2	<b>Тема 4.</b> Програма Arduino IDE, синтаксис та структура мови C++. Типи даних, змінні, константи, масиви, цикли, функції.	6,7,8
26	Л	4	<b>Тема 5.</b> Об'єкти та класи об'єктно-орієнтованого програмування.	6,7,8
27	Л	2	<b>Тема 6.</b> Монітор порту Arduino IDE та робота із ним.	6,7,8
<b>Практичні заняття</b>				
28	ПЗ	4	Робота 1. Знайомство із платформою Arduino IDE, її інтерфейс, основні функції та налаштування.	6,7,8
29	ПЗ	4	Робота 2. Відпрацювання основ синтаксису мови C++. Перша програма керування світлодіодом на платформі Arduino IDE.	6,7,8
30	ПЗ	4	Робота 3. Розробка безконтактного тахометра із датчиком Холла на базі Arduino Nano для вимірювання частоти обертання електричної машини, що обертається	6,7,8
31	ПЗ	4	Робота 4. Робота із ШІМ сигналом та його застосування при керуванні двигуном постійного струму.	6,7,8

1	2	3	4	5
32	ПЗ	4	Робота 5. Допоміжні модулі для плати Arduino: датчики виміру напруги та струму. Модуль терморезистора для вимірювання температури обмотки електричних машин та програмування системи їх захисту від перегріву.	6,7,8
33	ПЗ	4	Робота 6. Робота із модулем SW-420 датчиком вібрації та проектування системи виміру вібрації електричної машини під час обертання.	6,7,8
34	ПЗ	4	Робота 7. Робота із серійним портом комп'ютера та семисегментним дисплеєм для виводу корисної інформації на екран.	6,7,8
35	ПЗ	4	Робота 8. Підтримка частоти обертання двигуна постійного струму під час навантаження із зворотнім зв'язком по швидкості за допомогою плати Arduino Nano із датчиками струму та напруги.	6,7,8
Разом (годин)		96		

### САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	48
2	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	8
3	Виконання індивідуального завдання:	14
4	Інші види самостійної роботи	14
	Разом	84

### ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахунково-графічне завдання за методичними вказівками [6]

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Видача-отримання завдання	1
2	Виконання теоретичної частини	5
3	Виконання розрахункової частини	9
4	Оформлення контрольної роботи	14
5	Захист розрахунково-графічного завдання	16

### МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчальні технології, що використовують викладачі на лекційних та лабораторних заняттях, застосовуються відповідно до змісту робочої програми та з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів при вивченні дисципліни.



## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування, захисту лабораторних робіт, перевірки виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться: з лекційного матеріалу – перевіркою конспектів; з лабораторних та практичних занять – за допомогою захисту лабораторних та практичних робіт.

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену по контрольних питаннях відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, що встановлені навчальним планом з урахуванням результатів поточної успішності.

Результати поточного контролю (поточна успішність) безпосередньо враховуються для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Семестровий контроль може проводитися як в письмовій так і усній формі

Студент вважається допущеним до складання екзамену з навчальної дисципліни за умови захисту індивідуального завдання, захисту звітів із лабораторних та практичних занять, передбаченого навчальною програмою із дисципліни.

## РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1 – Розподіл балів для оцінювання успішності студента

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	Практичні роботи	РГ	Екзамен	Сума
25	15	15	15	30	100

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Складові частини комплексу навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни: план лекцій, методичне забезпечення до лабораторних робіт, курсової роботи та інші методичні матеріали оприлюднені на офіційному сайті університету <http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/pro-kafedru/>

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

#### Базова література

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. - СПб.: Профессия, 2004.
2. Юревич Е.И, Теория автоматического управления. – С-Пб.: БХВ-Петербург, 2016. – 560 с. –
3. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. - СПб.: Питер, 2005.
4. Бесекерский В.А. и др. Сборник задач по теории автоматического управления и ре-гулирования / Под ред. В.А. Бесекерского. – М.: Наука, 1972.
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Теорія автоматичного керуван-ня» / Режим доступу: <http://web.kpi.kharkov.ua/elmash>.
6. Спеціалізовані мікроконтролерні системи. Теорія і практика: Підручник / Є. І. Сокол, І. Ф. Домнін, О. М. Рисований та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007. – 252 с.
7. Навчальний посібник з дисципліни «Проектування мікропроцесорних систем», розділ «Програмування мікроконтролерів родини AVR» / Укл.: А.О. Новацький – К: НТУУ «КПІ», 2013 – 109 с.
8. Програмування мікроконтролерів AVR : [навчальний посібник] / С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с.

### ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)

Офіційний сайт кафедри «Електричні машини» НТУ «ХПІ». Режим доступу: <http://web.kpi.kharkov.ua/elmash>