

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Електропривода та автоматизації промислових установок

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Ректор (перший проректор)

19.09.2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ППН10

Приводи систем керування

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність _____

173 Авіоніка.

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів

(назва спеціалізації)

інститут, факультет Фізико-технічний інститут, Електротехнічний факультет

(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма Приводи систем керування для студентів
(назва навчальної дисципліни)
спеціальності 173 – Авіоніка
освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних
апаратів
(назва освітньої програми (спеціалізації))

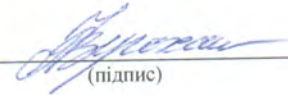
„25” серпня 2020 року - с.

Розробники: Крисан Ю.О., доцент кафедри електропривода і автоматизації
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)
промислових установок, к.т.н., доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Електропривода і автоматизації
промислових установок

Протокол від “25” серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри Електропривода і автоматизації промислових установок
(найменування кафедри)

«25» серпня 2020 року  (Пирожок А.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією ЕТФ факультету
Електротехнічний
(найменування факультету)

Протокол від “17” вересня 2020 року № 1

«17» вересня 2020 року Голова  (Антонов М.Л.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми*

—

« » 20 року Керівник групи ()
(підпис) (прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невідпусковою кафедрою

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 10,5	Галузь знань <u>17 Електроніка та телекомунікації</u> (шифр і назва)	обов'язкова	
Модулів – 2	Спеціальність (професійне спрямування): 173 Авіоніка (Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 6		3, 4-й	3, 4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 315		6, 7-й	6, 7-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0 самостійної роботи студента – 6,0	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції	
		58 год.	12 год.
		Практичні	
		-	-
		Лабораторні	
		58 год.	12 год.
		Самостійна робота	
		199 год.	291 год.
		Індивідуальні завдання:	
-	-		
Вид контролю: екзамен.			

Примітка.

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

- а) для денної форми навчання – 116/199;
- б) для заочної форми навчання – 24/291.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета. Формування у студентів здатностей:

- розраховувати та проектувати сучасні приводи керування як складову частину приладів вимірювання та управління кутовим рухом;
- застосовувати сучасні методи та засоби проектування приводів керування для бортових приладів літальних апаратів;
- здійснювати випробування сучасних приводів систем керування.

Завдання. Забезпечення студентів знаннями про склад, принципів побудови, схем та пристроїв для керування електроприводів, призначених для використання в складі виконавчих механізмів систем керування літальними апаратами.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності:

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.

фахові компетентності:

ФК 2. Здатність використовувати основи електроніки, схемотехніки при розв'язанні практичних завдань авіоніки.

ФК 4. Здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів

ФК 7. Здатність проектувати прилади та системи авіоніки із використанням автоматизованих систем.

ФК 8. Здатність описувати і використовувати сучасні технології виготовлення систем авіоніки.

ФК 10. Здатність обґрунтовувати прийняті рішення, ефективно працювати автономно та у складі колективу

Очікувані програмні результати навчання:

РН 2 Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв'язання спеціалізованих задач професійної діяльності

РН 3 Відповідально та кваліфіковано ставити та вирішувати задачі, пов'язані зі створенням приладів і систем авіоніки

РН 11 Розробляти технічні вимоги до систем та пристроїв авіоніки; здійснювати проектування систем та пристроїв авіоніки з урахуванням вимог замовника та нормативно-технічної документації.

РН 12 Аналізувати, розраховувати та проектувати електричні та електронні системи авіоніки.

3. Програма навчальної дисципліни

3.1 Змістовий модуль 1. Загальна характеристика електропривода, основи механіки електропривода

Тема 1. Загальна характеристика електропривода. Основні визначення. Узагальнена функціональна схема електропривода.

Тема 2. Механіка електропривода. Рівняння руху електромеханічної системи. Двохмасова електромеханічна система. Приведення сил і моментів до одного валу. Вплив інерційних мас на енергетичні показники системи. Багатомасова система електропривода. Рівняння руху у рахуванні пружних зв'язків. Аналіз і висновки.

3.2 Змістовий модуль 2. Механічні характеристики і режими роботи електродвигунів у основних схемах увімкнення

Тема 1. Електромеханічні властивості ДПС різного способу збудження. Рівняння електромеханічних та механічних характеристик, їх аналіз і висновки. Регулювання координат ЕП.

Тема 2. Електромеханічні властивості двигунів змінного струму.

Тема 3. Електромеханічні властивості крокових двигунів.

3.3 Змістовий модуль 3. Регулювання координат електроприводу

Тема 1. Регулюванні електроприводи з двигуном постійного струму різного способу збудження.

Тема 2. Регулюванні електроприводи з двигуном змінного струму.

Тема 3. Режими роботи крокових двигунів і схеми керування дискретним ЕП.

Тема 4. Спец. системи електропривода ТП-Д, Г-Д, ПЧ-Д. Схемні рішення, рівняння характеристик систем.

3.4 Змістовий модуль 4. Перехідні процеси у електроприводі

Тема 1. Класифікація перехідних процесів. Механічні перехідні процеси у лінійних і нелінійних системах. Перехідні процеси з урахуванням електромагнітної інерції. Аналітичні і графічні методи розрахунку перехідних процесів у лінійних і нелінійних системах.

3.5 Змістовий модуль 5. Вибір потужності двигунів та її розрахунок.

Тема 1. Критерії, умови та обмеження при виборі потужності двигунів. Особливості вибору потужності двигунів у регульованому ЕП. Втрати потужності у двигунах спрощені теплові моделі двигунів. Постійна часу нагріву. Методи еквівалентного струму, моменту і потужності. Вибір потужності двигунів для різних режимів роботи.

3.6 Змістовий модуль 6. Автоматичне керування електроприводами

Тема 1. Основи проектування електроприводів, основні положення синтезу електромеханічних параметрів автоматизованих електроприводів.

Тема 2. Замкнені системи автоматичного керування електропривода.

Тема 3. Мікропроцесорне керування електроприводами, загальні відомості про сучасні структури підпорядкованого керування координат електропривода постійного струму і векторного керування координат частотного електропривода змінного струму.

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
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. . Загальна характеристика ЕП, основи механіки ЕП												
Тема 1. Основні визначення. Узагальнена функціональна схема електропривода.	2	2	-	-	-	-	2	0,2	-	-	-	1,8
Тема 2. Механіка електропривода.	30	4	-	-	2	24	30	1,8	-	-	-	28,2
Разом за змістовим модулем 1	32	6	-	-	2	24	32	2	-	-	-	30
Змістовий модуль 2. Механічні характеристики і режими роботи електродвигунів у основних схемах увімкнення												
Тема 1. Електромеханічні властивості ДПС різного способу збудження. Рівняння електромеханічних та механічних характеристик, їх аналіз і висновки.	30	4	-	12	2	12	30	1	-	2	-	27
Тема 2. Електромеханічні властивості двигунів змінного струму.	18	4	-	6	-	8	18	1	-	2	-	15
Тема 3 Електромеханічні властивості крокових двигунів.	6	2	-	-	-	4	6	-	-	-	-	6
Разом за змістовим модулем 2	54	10	-	18	2	24	54	2	-	4	-	48
Змістовий модуль 3. Регулювання координат електроприводу.												
Тема 1. Регульвні електроприводи з двигуном постійного струму різного способу збудження.	14	4	-	-	-	10	14	0,8	-	-	-	13,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 2. Регульні електродвигуни з двигуном змінно-го струму.	20	4	-	6	-	10	20	0,8	-	-	-	19,2
Тема 3. Режими роботи крокових двигунів і схеми керування дискретним ЕП.	16	2	-	4	-	10	16	-	-	-	-	16
Тема 4. Спец. системи електропривода ТП-Д, Г-Д, АД-ПЧ. Схемні рішення, рівняння характеристик систем.	14	2	-	-	2	10	14	0,4	-	2	-	11,6
Разом за змістовим модулем 3	64	12	-	10	2	40	64	2	-	2	-	60
Разом за Модуль 1	150	28	-	28	6	92	150	6	-	6	-	138
Модуль 2												
Змістовий модуль 4. Перехідні процеси у електродвигуні												
Тема 1. Класифікація перехідних процесів. Механічні перехідні процеси у лінійних і нелінійних системах. Перехідні процеси з урахуван. електромагніт. інерції. Аналітичні і графічні методи розрахунку перехідних процесів в системах.	30	8	-	8	-	14	30	2	-	4	-	24
Разом за змістовим модулем 4	30	8	-	8	-	14	30	2	-	4	-	24
Змістовий модуль 5. Вибір потужності електродвигунів та її розрахунок												
Тема 1. Критерії, умови та обмеження при виборі потужності двигунів. Особливості вибору потужності двигунів. Постійна часу нагріву. Методи еквівалентного струму, моменту і потужності. Вибір потужності двигунів для різних режим. роботи.	40	6	-	6	-	28	40	1	-	-	-	39

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Разом за змістовим модулем 5	40	6	-	6	-	28	40	1	-	-	-	39
Змістовий модуль 6. Автоматичне керування електроприводами												
Тема 1. Основи проектування електроприводів, основні положення синтезу електромеханічних параметрів автоматизованих електроприводів	26	4	-	6	-	16	26	1	-	-	-	25
Тема 2. Замкнені системи автоматичного керування електропривода	26	4	-	6	-	16	26	1	-	-	-	25
Тема 3. Мікропроцесорне керування електроприводами, загальні відомості про сучасні структури підпорядкованого керування координат електропривода постійного струму і векторного керування координат частотного електропривода змінного струму	33	8	-	4	1	20	33	1	-	2	-	30
Разом за змістовим модулем 6	85	16	-	16	1	52	85	3	-	2	-	80
Разом за Модуль 2	165	30	-	30	1	104	165	6	-	6	-	153
Усього	315	58	-	58	7	192	315	12	-	12	-	291

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальними планами спеціальності.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальними планами спеціальності.

7. Теми лабораторних занять

Назва теми	Кількість годин
Модуль 1	
1 Дослідження електромеханічних та механічних характеристик двигуна постійного струму незалежного збудження при різних способах регулювання швидкості та режимах гальмування	8
2 Дослідження електромеханічних та механічних характеристик двигуна постійного струму паралельного збудження у режимах роботи при різних способах регулювання швидкості двигуна, та режимах гальмування	4
3 Дослідження електромеханічних та механічних характеристик асинхронного двигуна з фазним ротором у режимах роботи при різних способах регулювання швидкості двигуна, та режимах гальмування	6
4 Регулювання швидкості та схема керування крокового двигуна	4
5 Вивчення законів частотного керування асинхронним двигуном	6
Разом	28
Модуль 2	
7 Експериментальне дослідження перехідних процесів в електроприводі.	8
6 Дослідження принципів побудови перетворюючої, вимірювальної та керуючої системи ЕП лабораторного стенду МЛСДЦСУ	6
8 Дослідження перетворювача частоти.	6
9 Дослідження принципу дії та режимів роботи реверсивного широтно-імпульсного перетворювача.	6
10 Дослідження тиристорних регуляторів постійної та змінної напруги	4
Разом	30
Усього:	58

8. Самостійна робота

Самостійна робота складається з робіт, що витрачаються на опанування матеріалу аудиторних занять, підготовку семестрового індивідуального завдання та вивчення додаткового позалекційного матеріалу змістовних модулів самостійної роботи

Назва теми	Кількість годин	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
1 Опанування матеріалу аудиторних занять	192	291
2 Підготовка семестрового індивідуального завдання	-	6
Разом	192	291

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання у вигляді семестрової контрольної роботи видається студентові-заочнику персонально під час відповідної установчої сесії з необхідними поясненнями і коментарями.

Завдання складається з теоретичного запитання, практичного запитання і задачі. При виконанні завдання слід користуватися джерелами названими у вище наведених розділах, у першу чергу, методичними вказівками.

10. Методи навчання

Під час викладання курсу використовуються такі методи навчання:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- аналітичний метод – мисленнєвого або практичного розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення й розв'язання проблемної ситуації.

11. Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

- мати уяву: про особливості різних виробничих механізмів; про будову електроприводів для різних виробничих механізмів; про основу математичного моделювання автоматизованих електроприводів
- знати: методики вибору приводів на основі пред'явлених вимог; технологій визначення якісних показників роботи електропривода в виробничих умовах; методики аналізу роботи автоматизованих електроприводів
- вміти: комплексно обґрунтувати та вибрати електропривод для різних виробничих механізмів; проектувати електропривод з різними вимогами; використовувати інформаційні технології при проектуванні автоматизованих електроприводів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 315 годин, що становить 10,5 кредитів ЄКТС.

12. Засоби оцінювання

Для студентів денної форми навчання: письмове і усне опитування на лекціях, захист завдання з СРС, аудиторна контрольна робота, аудиторне тестування, проведення чотирьох підсумкових рубіжних контролів.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, усне опитування на консультаціях.

13. Критерії оцінювання

Кожний модуль оцінюється за 100-бальною системою.

Оцінювання академічних успіхів студента з дисципліни ПРИВОДИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ здійснюється за такими критеріями та у відповідності до такої методики.

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума	
Модуль 1										
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3				50	100
T1	T2	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4		
6	6	6	6	4	6	6	6	4		
Модуль 2										
Змістовий модуль 4		Змістовий модуль 5			Змістовий модуль 6			50	100	
T1		T1			T1		T2			T3
10		10			10		10			10

T1, T2 ... T4 – теми змістових модулів.

У відповідності до названих вище норм отримання балів визначається підсумкова модульна оцінка першого рубіжного контролю (РК-1) за 100-бальною шкалою.

Якщо студентом відпрацьований перший контроль з оцінкою в межах 60-100 балів, йому присвоюється 5 кредитів, тобто 50% виконання навчального навантаження дисципліни ПРИВОДИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ.

У відповідності до названих вище норм отримання балів визначається підсумкова оцінка другого рубіжного контролю (РК-2) за 100-бальною шкалою.

Якщо студентом відпрацьований другий модуль з оцінкою в межах 60-100 балів, йому присвоюється ще 5,5 кредитів і з врахуванням 5 кредитів РК-1, йому присвоюється 10,5 кредитів, тобто 100% виконання навчального навантаження дисципліни ПРИВОДИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ.

У цьому випадку студент звільнюється від складання екзамену з дисципліни ОЕП, а загальна оцінка за знання курсу визначається як середнє зваження результатів РК-1 і РК-2.

Студенти, які отримали “незадовільно” з одного РК (РК-1 чи РК-2), складають екзамен з відповідної частини курсу ПРИВОДИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ під

час підсумкового РК. Ця оцінка і оцінка позитивного РК, як середньозважена, і є екзаменаційною оцінкою.

Оцінка “незадовільно” (менш 60 балів) в одному з РК (РК-1 чи РК-2) може враховуватись при визначенні загальної лише у випадках, коли вона становить не менш ніж 35 балів і є достатньою для забезпечення загальної задовільної оцінки. Окремого рішення не перекладати цей РК не потрібно.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	<i>відмінно</i> – відмінне виконання з незначною кількістю помилок
82-89	B	добре	<i>дуже добре</i> – вище середнього рівня, але з деякими поширеними помилками
74-81	C		<i>добре</i> – у цілому правильне виконання, але з помітними помилками
64-73	D	задовільно	<i>задовільно</i> – виконання у повному обсязі, але зі значною кількістю недоліків
60-63	E		<i>достатньо</i> – виконання задовольняє мінімальні критерії
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	<i>незадовільно-недостатньо</i> – необхідно допрацювати
1-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	<i>незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота з повторним вивченням курсу

14. Методичне забезпечення

Дисципліна ПРИВОДИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ у достатній мірі забезпечена навчально-методичним і довідковим матеріалом, основною і додатковою літературою, які у достатній кількості є у фондах університетської бібліотеки та на кафедрі ЕПА.

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Приводи систем керування” для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” для всіх форм навчання. Частина 1. Укл.: Ю.О.Крисан, Є.В.Васильєва – Запоріжжя: ЗНТУ, 2020. - 66 с.

2. Methodical instructions to laboratory works on "Theory of Electric Drive" in English for students of the branch "Electrician" 6.050702 (specialty "Electrical

machines and apparatus") for all forms of education. Part 1. /Comp.: V.I.Bondarenko, Y.V.Vasylieva, Y.O.Krysan, V.V.Kushch - Zaporizhzhia: ZNTU, 2017. – 64 p. (№6749e)

3. Methodical instructions to laboratory works on "Theory of Electric Drive" in English for students of the branch "Electrician" 6.050702 (specialty "Electrical machines and apparatus") for all forms of education. Part 2. /Comp.: V.I.Bondarenko, Y.V.Vasylieva, Y.O.Krysan, V.V.Kushch - Zaporizhzhia: ZNTU, 2017. – 50 p. (№6750e)

4. Methodical instructions for the computational and graphical assignment of the subject «Theory of the electric drive» COMPUTATION OF THE INCLINED LIFTING MECHANISM OF THE DRIVE for students of specialty 6.05070201 “Electrical machines and apparatuses ” for all forms of study/App.: Bondarenko V.I., Krysan Y.O., Vasileva E.V. – Zaporizhzhya: ZNTU, 2017-30pg. (№6748e)

15. Рекомендована література

Базова

1. Бондаренко В.І. Основи електропривода: Навчальний посібник / В.І. Бондаренко, Ю.О. Крисан. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 404 с.

2. Савченко І.Д. Приводи систем керування: Навчальний посібник / І.Д. Савченко. – Дніпро: РВВ ДНУ, 2014. – 112 с.

3. Москаленко В. В. Электрический привод: учебник / В. В. Москаленко. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 362 с.

4. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием / Г. Г. Соколовский. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 264 с.

5. Піцан Р. Збірник задач до курсу «Електропривід» : навчальний посібник / Р. Піцан, В. Бардачевський, Б. Бойчук. – Львів : Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 1999. – 426 с.

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

7. Попович М. Г. Теорія електропривода : підручник / М. Г. Попович. – К. : Вища школа, 1993. – 494 с.

Допоміжна

1. Воронин С.Г. Электропривод летательных аппаратов: Конспект лекций. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. – 171 с.

2. Булгар В. В. Теоря електроприводу. Збірник задач / В. В. Булгар. – Одеса: Поліграф, 2006. – 408 с.

3. Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники / Г. С. Зиновьев. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 1999. – 199 с.

4. Ильинский Н.Ф. Электропривод. Энерго- и ресурсосбережение / Н. Ф. Ильинский, В. В. Москаленко. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.

5. Константинов К.В. Системы управления ЭП постоянного тока / К. В. Константинов. – Хабаровск: Издательство ДВГУПС, 2004. – 90 с.
6. Москаленко В. В. Системы автоматизированного управления электропривода / В. В. Москаленко. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 208 с.
7. Осипов О. И. Частотнорегулируемый асинхронный электропривод / О. И. Осипов. – М.: ИНФА-М, 2002. – 123 с.
8. Шаманова С.И. Электропривод. Лекции / С. И. Шаманова. – Иркутск: ИрГУПС, 2005 – 45 с.
9. Усатенко С. Г. Выполнение электрических схем по ЕСКД / С. Г. Усатенко и др. – М.: Стандарты, 1989. – 328 с.
10. Добрусин Л. А. Фильтрокомпенсирующие устройства для преобразовательной техники / Л. А. Добрусин. – М.: Энергопрогресс, 2003. – 84 с.

16. Інформаційні ресурси

1. <https://www.nasa.gov>
2. <https://www.uvs-info.com/>