

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)

[Handwritten signature]

18.08.2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ППВ08 Автоматичне керування електротехнічними комплексами

(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

2020 рік

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

„25” серпня 2020 року - с.

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

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 20 20 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 20 20 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 невипусковою кафедрою

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6,5	Галузь знань <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u> (шифр і найменування)	вибіркова	
Модулів – 2	Спеціальність <u>173 «Авіоніка»</u> (код і найменування) Освітня програма (спеціалізація) <u>«Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів»</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		4-й	4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>Курс. проєкт</u> (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин - 195		8-й	8-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 16	Освітній ступінь: <u>бакалавр</u>	Лекції	
		36 год.	8 год.
		Практичні, семінарські	
		–	2
		Лабораторні	
		18 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		96 год.	136 год.
Індивідуальні завдання: 45 год.			
Вид контролю: залік			

Примітка.

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

для денної форми навчання – $54/141=0,38$

для заочної форми навчання – $14/181=0,08$

1. Мета навчальної дисципліни

Мета. Опанування студентами теорії і практики синтезу систем автоматичного керування електротехнічними комплексами методами сучасної теорії керування.

Завдання. Забезпечення студентів знаннями про сучасні підходи до синтезу систем автоматичного керування електротехнічними комплексами та навичками практичного синтезу, розрахунку та аналізу на ЕОМ систем керування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати:

загальні компетентності: здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (**ЗК1**), здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації (**ЗК2**), вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (**ЗК3**).

фахові компетентності: здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів (**ФК4**); здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів (**ФК6**); здатність обґрунтовувати прийняті рішення, ефективно працювати автономно та у складі колективу (**ФК10**).

Очікувані програмні результати навчання: автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв'язання спеціалізованих задач професійної діяльності (**РН2**); організовувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності (**РН5**); критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності (**РН6**); розробляти технічні вимоги до систем та пристроїв авіоніки; здійснювати проєктування систем та пристроїв авіоніки з урахуванням вимог замовника та нормативно-технічної документації (**РН11**); розробляти математичні моделі літальних апаратів як об'єктів керування (**РН15**).

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Елементи сучасної теорії керування

Тема 1. Модальне керування

1.1 Біноміальний розподіл коренів

1.2 Розподіл коренів за Баттервортом

Тема 2. Запис диференціальних рівнянь у просторі станів

Тема 3. Модальне керування в просторі станів

Тема 4. Динамічні фільтри. Система керування з динамічними фільтрами

4.1 Динамічні фільтри

4.2 Редуковані спостережники

4.3 Спостереження об'єктів, що підпадають під дію збурень та похибок датчиків

4.4 Використання спостережників для побудови робастних систем керування

Змістовий модуль 2. Класичні системи керування. Інформаційне забезпечення керування

Тема 1. Системи керування з ПІ- та ПІД-регуляторами

1.1 Результати моделювання і їх аналіз

1.2 Переваги й недоліки ПІД-регуляторів

Тема 2. Методи оцінки переміщення й швидкості за інформацією інкрементного датчика

2.1 Оцінка за допомогою асимптотичного диференціатора

2.2 Оцінка за допомогою екстраполятора

Тема 3. Ідентифікація параметрів системи

3.1 Умови ідентифікованості системи

3.2 Синтез адаптивного спостережника

3.3 Синтез неадаптивного спостережника

Змістовий модуль 3. Сучасні системи керування

Тема 1. Системи керування зі змінною структурою (СЗС)

1.1 Принцип дії СЗС

1.2 Загальна теорія СЗС

1.3 Задачі, розв'язувані за допомогою СЗС

Тема 2. Комбіновані системи керування зі спостережниками (КСКС)

2.1 Синтез комбінованого регулятора зі спостережником невизначеності

2.2 Загальна теорія КСКС

2.3 Робастні системи керування зі спостережниками другого порядку

Тема 3. Високоточне комбіноване керування при використанні тільки позиційного датчика

Тема 4. Порівняння робастних методів керування

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Елементи сучасної теорії керування.												
Тема 1. Модальне керування	9	2	-	2	-	5	8,5	0,5	-	-	-	8
Тема 2. Запис диференціальних рівнянь у просторі станів	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14
Тема 3. Модальне керування в просторі станів	7	2	-	-	-	5	8,5	0,5	-	-	-	8
Тема 4. Динамічні фільтри. Система керування з динамічними фільтрами	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14
Разом за змістовим модулем 1	50	12	-	6	-	32	47	3	-	-	-	44
Змістовий модуль 2. Класичні системи керування. Інформаційне забезпечення керування.												
Тема 1. Системи керування з ПІ- та ПІД-регуляторами	16	4	-	2	-	10	14,6	0,6	-	-	-	14
Тема 2. Методи оцінки переміщення й швидкості за інформацією інкрементного датчика	18	4	-	2	-	12	18,7	0,7	2	-	-	16
Тема 3. Ідентифікація параметрів системи	16	4	-	2	-	10	18,7	0,7	-	2	-	16
Разом за змістовим модулем 2	50	12	-	6	-	32	52	2	2	2	-	46
Змістовий модуль 3. Сучасні системи керування.												
Тема 1. Системи керування зі змінною структурою	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14
Тема 2. Комбіновані системи керування зі спостережниками	9	2	-	2	-	5	8,5	0,5	-	-	-	8
Тема 3. Високоточне комбіноване керування при	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14

використанні тільки позиційного датчика												
Тема 4. Порівняння робастних методів керування	7	2	-	-	-	5	12,5	0,5	-	2	-	10
Разом за змістовим модулем 3	50	12	-	6	-	32	51	3	-	2	-	46
Усього годин	150	36	-	18	-	96	150	8	2	4	-	136
Модуль 3												
ІНДЗ	45	-	-	-	45	-	45	-	-	-	45	-
Усього годин	195	36	-	18	45	96	195	8	2	4	45	136

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальними планами спеціальності (освітньої програми).

6. Теми практичних занять

Для студентів заочної форми навчання передбачена контрольна робота на тему «Синтез і аналіз робастної системи керування із спостережником повного порядку при вимірюванні струму».

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Синтез системи керування за допомогою модального керування і аналіз перехідних процесів на ЕОМ	2
2	Синтез та аналіз системи із спостережником повного порядку при вимірюванні швидкості	2
3	Дослідження систем керування з ПІ- та ПІД-регуляторами	2
4	Методи отримання інформації про швидкість	4
5	Дослідження систем керування зі змінною структурою	4
6	Дослідження комбінованих систем керування зі спостережником невизначеності	4

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Модальне керування	5	8
2	Запис диференціальних рівнянь у просторі станів	11	14
3	Модальне керування в просторі станів	5	8
4	Динамічні фільтри. Система керування з динамічними фільтрами	11	14
5	Системи керування з ПІ- та ПІД-регуляторами	10	14
6	Методи оцінки переміщення й швидкості за інформацією інкрементного датчика	12	16

7	Ідентифікація параметрів системи	10	16
8	Системи керування зі змінною структурою	11	14
9	Комбіновані системи керування зі спостережниками	5	8
10	Високоточне комбіноване керування при використанні тільки позиційного датчика	11	14
11	Порівняння робастних методів керування	5	10
	Разом	96	136

9. Індивідуальні завдання

Для студентів денної та заочної форм навчання – курсовий проєкт.

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 – мисленевого 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:

- знати сучасні підходи до синтезу систем автоматичного керування, що базуються на використанні теорії спостережників та модального керування;
- вміти аналізувати, синтезувати і моделювати робастні системи керування, а саме системи зі змінною структурою, комбіновані системи із спостереженням невизначеності, які базуються на використанні теорії спостережників та модального керування; а також використовувати набуті знання у подальшій професійній діяльності.

12. Засоби оцінювання

Для студентів денної форми навчання: письмове і усне опитування на лекціях, аудиторна контрольна робота, виконання та захист лабораторних робіт, захист курсового проєкту, проведення двох рубіжних контролів.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, захист курсового проєкту, виконання та захист лабораторних робіт, усне опитування на консультаціях.

13. Критерії оцінювання

Кожний модуль оцінюється за 100-бальною системою.

Оцінювання академічних успіхів студента з дисципліни «Автоматичне керування електротехнічними комплексами» здійснюється за такими критеріями та у відповідності до такої методики.

Найменування завдань	Лекції		Лабораторні заняття	Разом
	Контрольні роботи на лекціях	Різні види поточного опитування та якість відвідування занять	Виконання лабораторних робіт та їх захист	
Лекції	40			100
Лекції		10		
Лабораторні заняття			50	

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 50% виконання навчального навантаження дисципліни «Автоматичне керування електротехнічними комплексами».

У відповідності до названих вище норм отримання балів визначається підсумкова модульна оцінка другого рубіжного контролю (РК-2) за 100-бальною шкалою. Якщо студентом відпрацьований другий контроль з оцінкою в межах 60-100 балів, йому присвоюється ще 50% виконання навчального навантаження дисципліни і з врахуванням 50% РК-1, йому присвоюється 100% виконання навчального навантаження дисципліни.

У цьому випадку студент звільнюється від складання заліку з дисципліни «Автоматичне керування електротехнічними комплексами», а загальна оцінка за знання курсу визначається як середньозважена результатів РК-1 і РК-2.

Студенти, які отримали “незадовільно” з одного РК (РК-1 чи РК-2), складають залік з курсу «Автоматичне керування електротехнічними комплексами» під час підсумкового контролю. Ця оцінка і оцінка позитивного РК, як середньозважена, і є заліковою 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 проекту(роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичне керування електротехнічними комплексами» для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” денної та заочної форм навчання / Укл.: А.Є. Казурова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 54 с.

2. Програма, методичні вказівки з вивчення дисципліни «Автоматичне керування електротехнічними комплексами» та контрольні завдання для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” заочної форми навчання / Укл.: А.Є. Казурова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 42 с.

3. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Автоматичне керування електротехнічними комплексами» для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” денної та заочної форм навчання / Укл.: А.Є. Казурова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 42 с.

4. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Автоматичне керування електротехнічними комплексами» для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” денної та заочної форм навчання / Укл.: А.Є. Казурова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 34 с.

15. Рекомендована література

Базова

1. Кузовков Н. Т. Модальное управление и наблюдающие устройства. – М. : Машиностроение, 1976. – 184 с.

2. Квакернаак Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы управления. – М. : Мир, 1977. – 650 с.

3. Потапенко Е. М. Основы теории и методы автоматического управления : учебное пособие / Е. М. Потапенко, А. Е. Казурова // Запорожье : ЗНТУ, 2013. – 273 с.
4. Фурасов В.Д. Устойчивость движения, оценки и стабилизация. – М. : Наука, 1977. – 248 с.
5. Потапенко Е. М. Робастные комбинированные системы управления с наблюдателями // Проблемы управления и информатики. – 1995. – №2. – С. 36–44
6. Потапенко Е. М. Сравнительная оценка робастных систем управления с различными типами наблюдателей // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 1995. – №1. – С. 109–112.

Допоміжна

1. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп // Пер. с англ. Б. И. Копылова. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с.
2. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления / Под ред. В.А.Бесекерского. – М. : Наука, 1978. – 512 с.
3. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического регулирования / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – М. : Наука, 1975. – 768 с.
4. Попович М. Г. Теорія автоматичного керування / М. Г. Попович. – Київ : «Либідь», 2007. – 656 с.
5. Пістун Є. П. Основи автоматики та автоматизації : навч. посібник / Є. П. Пістун, І. Д. Стасюк. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 336 с.
6. Дядик В. Ф. Теория автоматического управления : учебное пособие / В. Ф. Дядик, С. А. Байдали, Н. С. Криницын. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2011. – 196 с.
7. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. – 4-е изд. – М. : Машиностроение, 1978. – 736 с.

16. Інформаційні ресурси