

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)



14.09.2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ППВ08 Методи автоматизованого проектування
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

Робоча програма Методи автоматизованого проектування електротехнічними
(назва навчальної дисципліни)

комплексами для студентів спеціальності 173 – Авіоніка
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
(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 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 сучасних підходів до проектування, розробки, реалізації систем керування електротехнічними комплексами.

Завдання. Забезпечення студентів знаннями про методи автоматизованого проектування систем керування електротехнічними комплексами, використання сучасних комп'ютерних програм для розробки алгоритмів; обчислювального експерименту, імітаційного моделювання, макетування; аналізу даних, дослідження та візуалізації результатів; аналізу систем зі зворотним зв'язком, розрахунку регуляторів, компенсаторів, предфільтрів, робастних 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 проектування 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. Математичне моделювання фізичних систем

Тема 1. Вступ до систем керування

1.1 Історія автоматичного керування

1.2 Приклади сучасних систем керування

1.3 Автоматична збірка та роботи

1.4 Перспективи розвитку систем керування

1.5 Технічне проектування та синтез системи керування

Тема 2. Математичні моделі фізичних систем у вигляді передаточної функції

- 2.1 Диференціальні рівняння фізичних систем
- 2.2 Передаточні функції лінійних систем. Структурні схеми
- 2.3 Комп'ютерний аналіз систем керування
- 2.4 Моделювання систем керування за допомогою Matlab

Тема 3. Математичні моделі фізичних систем у змінних стану

- 3.1 Змінні стану динамічної системи
- 3.2 Зв'язок між передаточною функцією і рівняннями стану
- 3.3 Часові характеристики і перехідна матриця стану
- 3.4 Аналіз моделей в змінних стану за допомогою Matlab

Тема 4. Форми опису моделей систем керування та створення моделі системи з використанням Matlab

Змістовий модуль 2. Аналіз систем керування зі зворотним зв'язком

Тема 1. Характеристики систем керування зі зворотним зв'язком

- 1.1 Розімкнені та замкнуті системи керування
- 1.2 Чутливість систем керування до зміни параметрів
- 1.3 Вплив на перехідну характеристику систем керування
- 1.4 Збурення в системах керування зі зворотним зв'язком
- 1.5 Усталена помилка
- 1.6 Визначення характеристик систем керування за допомогою Matlab

Тема 2. Якість систем керування зі зворотним зв'язком

- 2.1 Тестові входні сигнали
- 2.2 Зв'язок між перехідною характеристикою та положенням коренів на s -площині
- 2.3 Оцінка якості
- 2.4 Аналіз якості системи керування за допомогою Matlab та Simulink

Тема 3. Стійкість систем керування зі зворотним зв'язком

- 3.1 Поняття стійкості
- 3.2 Відносна стійкість систем керування зі зворотним зв'язком
- 3.3 Стійкість систем, що описуються змінними стану
- 3.4 Аналіз стійкості за допомогою Matlab

Змістовий модуль 3. Синтез систем керування зі зворотним зв'язком. Робастні системи керування

Тема 1. Метод кореневого годографа

- 1.1 Поняття кореневого годографа та його основні властивості
- 1.2 Аналіз і синтез системи керування за допомогою метода кореневого годографа
- 1.3 Чутливість системи та кореневий годограф
- 1.4 Триканальні (ПД) регулятори
- 1.5 Побудова кореневого годографа за допомогою Matlab

Тема 2. Метод частотних характеристик

- 2.1 Графіки частотних характеристик
- 2.2 Вимірювання частотних характеристик
- 2.3 Вимоги до якості системи в частотній області
- 2.4 Використання Matlab у методі частотних характеристик

Тема 3. Синтез систем керування зі зворотним зв'язком

- 3.1 Підходи до синтезу систем
- 3.2 Схеми послідовної корекції
- 3.3 Корекція з випередженням за фазою
- 3.4 Корекція з відставанням за фазою
- 3.5 Синтез з фільтром, що передує
- 3.6 Синтез систем з аперіодичною реакцією
- 3.7 Синтез систем за допомогою Matlab
- 3.8 Синтез систем зі зворотним зв'язком за станом
 - 3.8.1 Керованість та спостережуваність
 - 3.8.2 Оптимальні системи керування
 - 3.8.3 Формула Аккермана
 - 3.8.4 Застосування Matlab та Simulink для синтезу систем зі зворотним зв'язком за станом

Тема 4. Робастні системи керування

- 4.1 Робастні системи керування та чутливість
- 4.2 Системи з невизначеними параметрами
- 4.3 Синтез робастних систем керування
- 4.4 Синтез робастних систем керування з ПД-регуляторами
- 4.5 Синтез робастних систем керування за допомогою Matlab

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. Математичне моделювання фізичних систем.												
Тема 1. Вступ до систем керування	9	2	-	2	-	5	8,5	0,5	-	-	-	8
Тема 2. Математичні моделі фізичних систем у вигляді передаточної функції	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14
Тема 3. Математичні моделі фізичних систем у змінних стану	7	2	-	-	-	5	8,5	0,5	-	-	-	8
Тема 4. Форми опису моделей систем керування та створення моделі системи з використанням Matlab	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14
Разом за змістовим модулем 1	50	12	-	6	-	32	47	3	-	-	-	44
Змістовий модуль 2. Аналіз систем керування зі зворотним зв'язком.												
Тема 1. Характеристики систем керування зі зворотним зв'язком	16	4	-	2	-	10	14,6	0,6	-	-	-	14
Тема 2. Якість систем керування зі зворотним зв'язком	18	4	-	2	-	12	18,7	0,7	2	-	-	16
Тема 3. Стійкість систем керування зі зворотним зв'язком	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. Синтез систем керування зі зворотним зв'язком. Робастні системи керування.												
Тема 1. Метод кореневого годографа	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14
Тема 2. Метод частотних характеристик	9	2	-	2	-	5	8,5	0,5	-	-	-	8
Тема 3. Синтез	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14

систем керування зі зворотним зв'язком												
Тема 4. Робастні системи 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 «Аналіз та синтез системи автоматичного керування з ПД-регулятором за допомогою Matlab».

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математичне моделювання фізичних систем	2
2	Визначення характеристик та аналіз якості систем керування за допомогою Matlab	2
3	Аналіз і синтез системи керування за допомогою метода кореневого годографа	2
4	Синтез систем керування зі зворотним зв'язком за допомогою Matlab	4
5	Аналіз і синтез системи керування з ПД-регулятором	4
6	Синтез робастних систем керування за допомогою Matlab	4

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Вступ до систем керування	5	8
2	Математичні моделі фізичних систем у вигляді передаточної функції	11	14
3	Математичні моделі фізичних систем у змінних стану	5	8
4	Форми опису моделей систем керування та створення моделі системи з використанням Matlab	11	14
5	Характеристики систем керування зі зворотним зв'язком	10	14

6	Якість систем керування зі зворотним зв'язком	12	16
7	Стійкість систем керування зі зворотним зв'язком	10	16
8	Метод кореневого годографа	11	14
9	Метод частотних характеристик	5	8
10	Синтез систем керування зі зворотним зв'язком	11	14
11	Робастні системи 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 сучасне прикладне програмне забезпечення для технічних розрахунків та аналізу систем керування електротехнічними комплексами; сучасні методи аналізу та синтезу систем керування електротехнічними комплексами;
- вміти проєктувати і моделювати з використанням комп'ютерних програм реальні технічні системи згідно заданих параметрів якості керування, з урахуванням накладених вимог та збурень; оформляти документацію задля графічного і текстового представлення результатів технічних розрахунків з використанням сучасних комп'ютерних програм.

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 «Методи автоматизованого проектування 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 «Методи автоматизованого проектування 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 «Методи автоматизованого проектування 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 «Методи автоматизованого проектування

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 «Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами» для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” денної та заочної форм навчання. Частина 1 / Укл.: А.Є. Казурова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 62 с.

2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами» для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” денної та заочної форм навчання. Частина 2 / Укл.: А.Є. Казурова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 62 с.

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

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

5. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Методи автоматизованого проектування 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. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп // Пер. с англ. Б. И. Копылова. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с.
2. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в МАТЛАБ. Учебный курс / Ю. Лазарев // СПб. : Питер; Киев : Узд. Группа ВНУ, 2005. – 512 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. Попов Е. П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. Учебное пособие для втузов / Е. П. Попов. – 2-е изд., стер. – М. : Наука, 1988. – 255 с.
5. Гудвин Г. К. Проектирование систем управления / Г. К. Гудвин, С. Ф. Греббе, М. Э. Сальгадо // М. : Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.
6. Кузовков Н. Т. Модальное управление и наблюдающие устройства / Н. Т. Кузовков. – М. : Машиностроение, 1976. – 184 с.

Допоміжна

1. Макаров И. М. Линейные автоматические системы / И. М. Макаров, Б. М. Менский. – М. : Машиностроение, 1982. – 504 с.
2. Клюев А. С. Автоматическое регулирование: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений. – М.: Высш.шк., 1986. – 351 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.

16. Інформаційні ресурси