

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]

18.09.2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ППВ08 Проектування 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

2020 рік

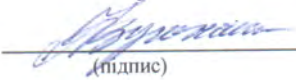
Робоча програма Проектування систем керування для студентів
(назва навчальної дисципліни)
спеціальності 173 – Авіоніка
освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних
апаратів
(назва освітньої програми (спеціалізації))
„ 25 ” серпня 2020 року - ____ с.

Розробники: 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 методів проєктування систем автоматичного керування технологічними об'єктами з використанням сучасних методів проєктування та моделювання.

Завдання. Забезпечення студентів знаннями про методи проєктування систем керування різного рівня, навичками у комп'ютерному моделюванні реальних фізичних систем та їх практичного проєктування з урахуванням обмежень, що накладаються.

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. Сигнали та системи

Тема 1. Загальна інформація про створення систем керування

1.1 Причини розробки систем керування

1.2 Види проєктування систем керування

1.3 Організація систем керування

Тема 2. Вступ до принципів зворотного зв'язку

2.1 Основна мета керування та формулювання задачі

2.2 Рішення задач керування через інверсію

2.3 Глибокий зворотний зв'язок та інверсія. Структура із замкненим контуром

2.4 Вимірювані величини

Тема 3. Моделювання

- 3.1 Математичні моделі та їх створення
- 3.2 Структури математичних моделей
- 3.3 Помилки моделювання
- 3.4 Лінеаризація

Тема 4. Безперервні сигнали та системи

- 4.1 Лінійні безперервні моделі та перетворення Лапласа
- 4.2 Передаточні функції та їх стійкість
- 4.3 Полюса, нулі та часові характеристики
- 4.4 Частотні характеристики
- 4.5 Перетворення Фур'є
- 4.6 Найбільш поширені моделі
- 4.7 Помилки моделювання лінійних систем

Змістовий модуль 2. Основи SISO-систем керування**Тема 1. Аналіз замкнених SISO-систем керування**

- 1.1 Структури систем зі зворотним зв'язком
- 1.2 Функції номінальної чутливості
- 1.3 Стійкість та аналіз поліномів
- 1.4 Кореневий годограф
- 1.5 Визначення номінальної стійкості за допомогою частотної характеристики
- 1.6 Відносна стійкість: запаси стійкості та максимальна чутливість
- 1.7 Робастність

Тема 2. Класичне ПД-керування

- 2.1 Структура ПД-регулятора
- 2.2 Емпіричне налаштування
 - 2.2.1 Метод коливачів Зіглера-Нікольса
 - 2.2.2 Методи, що базуються на використанні кривої відгуку процесу
- 2.3 Компенсатори випередження-затримки

Тема 3. Синтез SISO-регуляторів

- 3.1 Підбір полінома
- 3.2 Синтез П- та ПД-регуляторів з точки зору призначення полюсів
- 3.3 Предиктор Сміта

Змістовий модуль 3. Проектування SISO-систем керування**Тема 1. Фундаментальні обмеження SISO-керування**

- 1.1 Датчики
- 1.2 Виконавчі механізми
- 1.3 Збурення

1.4 Обмеження, що пов'язані з неточністю моделі

1.5 Структурні обмеження

1.6 Технічні засоби подолання обмежень

Тема 2. Обмеження проєкта в частотній області

Тема 3. Структурні проблеми SISO-систем керування

3.1 Моделі для детермінованих збурень і еталонних впливів

3.2 Принцип внутрішньої моделі стосовно збурень

3.3 Принцип внутрішньої моделі для відстеження еталонного впливу

3.4 Випередження еталонного впливу та збурення

3.5 Каскадне керування

Тема 4. Робота при наявності обмежень

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. Сигнали та системи.												
Тема 1. Загальна інформація про створення систем керування	9	2	-	2	-	5	8,5	0,5	-	-	-	8
Тема 2. Вступ до принципів зворотного зв'язку	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14
Тема 3. Моделювання	7	2	-	-	-	5	8,5	0,5	-	-	-	8
Тема 4. Безперервні сигнали та системи	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14
Разом за змістовим модулем 1	50	12	-	6	-	32	47	3	-	-	-	44
Змістовий модуль 2. Основи SISO-систем керування.												
Тема 1. Аналіз замкнених SISO-систем керування	16	4	-	2	-	10	14,6	0,6	-	-	-	14
Тема 2. Класичне ПД-керування	18	4	-	2	-	12	18,7	0,7	2	-	-	16
Тема 3. Синтез SISO-регуляторів	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. Проектування SISO-систем керування.												
Тема 1. Фундаментальні обмеження SISO-керування	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14
Тема 2. Обмеження проекту в частотній області	9	2	-	2	-	5	8,5	0,5	-	-	-	8
Тема 3. Структурні проблеми SISO-систем керування	17	4	-	2	-	11	15	1	-	-	-	14
Тема 4. Робота при наявності обмежень	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 методом кореневого годографа».

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Форми опису моделей систем керування. Створення моделі системи	2
2	Динамічні та частотні характеристики систем керування. Оцінка якості системи	2
3	Кореневий годограф	2
4	Вивчення SISO Design Tool пакета Control system системи MATLAB для моделювання, імітування та аналізу систем керування з контуром зворотного зв'язку	4
5	Дослідження САК з ПІД-регулятором	4
6	Сучасні методи проектування. Вивчення SISO Design for SISO Design Task та Control and Estimation Tools Manager у MatLab	4

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Загальна інформація про створення систем керування	5	8
2	Вступ до принципів зворотного зв'язку	11	14
3	Моделювання	5	8
4	Безперервні сигнали та системи	11	14
5	Аналіз замкнених SISO-систем керування	10	14
6	Класичне ПІД-керування	12	16
7	Синтез SISO-регуляторів	10	16
8	Фундаментальні обмеження SISO-керування	11	14
9	Обмеження проєкта в частотній області	5	8
10	Структурні проблеми SISO-систем керування	11	14
11	Робота при наявності обмежень	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 методи проєктування систем керування;
- вміти використовувати набуті знання з проєктування систем керування при роботі над дипломним проєктом та 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 «Проектування систем керування» 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 «Проектування систем керування».

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 «Проектування систем керування», 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 «Проектування систем керування» 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	Ф	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 «Проектування систем керування» для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” денної та заочної форм навчання. Частина 1 / Укл.: А.Є. Казурова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 42 с.

2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Проектування систем керування» для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” денної та заочної форм навчання. Частина 2 / Укл.: А.Є. Казурова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 50 с.

3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Проектування систем керування» для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” денної та заочної форм навчання. Частина 3 / Укл.: А.Є. Казурова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 62 с.

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

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

6. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Проектування систем керування» 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. Гудвин Г. К. Проектирование систем управления / Г. К. Гудвин, С. Ф. Гребе, М. Э. Сальгадо // М. : Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.

2. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп // Пер. с англ. Б. И. Копылова. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с.

3. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в МАТЛАБ. Учебный курс / Ю. Лазарев // СПб. : Питер; Киев : Узд. Группа ВНУ, 2005. – 512 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. Ключев А. С. Автоматическое регулирование: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений. – М.: Высш.шк., 1986. – 351 с.

6. Потапенко Е. М. Основы теории и методы автоматического управления : учебное пособие / Е. М. Потапенко, А. Е. Казурова // Запорожье : ЗНТУ, 2013. – 273 с.

Допоміжна

1. Макаров И. М. Линейные автоматические системы / И. М. Макаров, Б. М. Менский. – М. : Машиностроение, 1982. – 504 с.

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