

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Систем управління летальних апаратів» (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Бояркін А.О.
(підпис)

« 31 » 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Основи автоматизації»

Галузь знань: 13 Механічна інженерія
15 «Автоматизація та приладобудування»,

Спеціальність: : 131 Прикладна механіка
151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітня програма: «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси»,
«Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і
виробництва»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: початковий (короткий цикл)

Харків 2021 рік

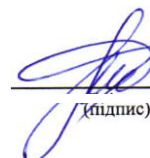
Робоча програма дисципліни «Основи автоматизації»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

освітньо-професійними програмами «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси», «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»

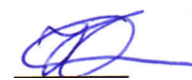
Розробник: Мірошніченко О. В., доцент каф. 301


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри систем управління летальних апаратів

Протокол № 1 від «27» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис) Дергачов К. Ю.
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузі знань <u>13 «Механічна інженерія»,</u> <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u> Спеціальність <u>131 «Прикладна механіка»,</u> <u>151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»</u> Освітньо-професійна програма <u>«Роботомеханічні системи і логістичні комплекси»,</u> <u>«Комп’ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»</u> Рівень вищої освіти: <u>початковий рівень</u> <u>(короткий цикл)</u>	Обов’язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання: - РР		Семестр
Загальна кількість годин – 56/120		<u>3-й</u>
		Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,75 самостійної роботи студента – 4		<u>24</u> годин
		Практичні, семінарські
		<u>16</u> годин
	Лабораторні ¹⁾	
	<u>16</u> годин	
	Самостійна робота	
	<u>64</u> годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 56/64

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: вивчити базові поняття автоматизації, принципи та фундаментальні закони управління, фізичні принципи роботи електродвигунів, їх статичні та динамічні характеристики; особливості використання виконавчих двигунів у системах управління об'єктами аерокосмічної техніки.

Завдання: отримання здобувачами навичок формування структури системи автоматичного управління, математичного опису сигналів та елементів системи, розробки функціональних і структурних схем, побудови математичних моделей функціональних елементів електричних двигунів; експериментального дослідження функціональних властивостей системи; отримання навичок формування математичних моделей, досліджування та аналізу статичних і динамічних характеристик електродвигунів; функціональних і структурних схем систем управління (СУ), дослідження СУ.

Компетентності, які набуваються:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК9. Здатність працювати в команді.

Фахові компетентності, спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»:

ФК2. Вміння використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності, аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань з аналізу систем автоматизації.

ФК3. Здатність реалізовувати та використовувати апаратні та програмно-алгоритмічні засоби щодо збільшення точності та надійності систем управління та інших якостей ЛА.

ФК6. Вміння аналізувати системи автоматизації, формувати архітектуру автоматичного управління літальних апаратів, виділяти підсистеми, що є складовими загальної системи та взаємозв'язки поміж ними.

ФК7. Вміння визначати склад випробувального обладнання, необхідного для проведення експериментів по визначенню характеристик і параметрів систем управління літальних апаратів.

Очікувані результати навчання:

ПРН1. Використовувати різні форми представлення систем автоматизації та описувати їх різними методами (вербально, графічно, формально), аналізувати ситуації, що можуть виникати під час їх функціонування.

ПРН3. Використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності.

Пререквізити:

Передумови для вивчення даної дисципліни:

Вища математика: диференціальне та інтегральне обчислювання; дослідження функцій та побудова їх графіків; векторна алгебра.

Фізика: механічний рух, кінематика та динаміка матеріальної точки, механічна робота, елементи гідромеханіки, електрика і магнетизм.

Кореквізити:

Програмування та методи обчислень.

Вступ до фаху.

3. Зміст навчальної дисципліни**Модуль 1.**

Змістовий модуль 1. Математичний опис сигналів та елементів технічних систем управління.

Тема 1. Вступ до дисципліни «Основи автоматизації». Характеристика, основні поняття, положення і сутність процесу автоматизації. Історичні етапи розвитку автоматизації виробництва.

Тема 2. Функціональні властивості технічних систем. Етапи процесу управління. Класифікація процесу управління. Автоматичне та автоматизоване управління. Критерії управління. Регулювання.

Тема 3. Алгоритми управління і принципи побудови САУ. Оптимальне управління. Математична модель об'єкта управління.

Тема 4. Використання принципу управління за задавальним впливом для вирішення задачі стабілізації. Функціональна та структурна схеми САУ. Характеристика САУ. Показники якості САУ.

Тема 5. Використання принципу управління по відхиленню для розв'язання задачі стабілізації. Принцип автоматичного управління за відхиленням. Функціональні та структурні схеми замкненої системи.

Тема 6. Аеродинамічні характеристики літальних апаратів. Дослідження підйомної сили на різних кутах атаки та швидкостях потоку. Дослідження сили аеродинамічного опору тіл обертання. Дослідження підйомної сили і продольного моменту профілей крила при зміні кута атаки.

Модульний контроль.**Змістовий модуль 2. Електроприводи систем управління ЛА.**

Тема 7. Принципи побудови виконавчих механізмів (двигунів) в електроприводах систем управління. Принцип дії та устрій двигунів постійного струму (ДПС). Конструкція машин постійного струму. Основні співвідношення, що характеризують роботу ДПС. Схеми включення ДПС. Статичні характеристики ДПС.

Тема 8. Моделі електродвигунів серії СЛ. Наочна модель. Графічна модель. Математична модель. Передавальна функція двигуна за керуючим впливом. Передавальна функція двигуна за збудюючим впливом.

Тема 9. Динамічні характеристики двигунів постійного струму. Передавальна функція електроприводу. Пуск, регулювання швидкості та управління ДПС. Динамічні характеристики ДПС. Типова структурна схема електроприводу з ДПС. Математична модель електроприводу з ДПС.

Тема 10. Принципи побудови виконавчих двигунів змінного струму. Принцип дії та устрій двигунів змінного струму. Асинхронні та синхронні електричні машини. Конструкція машин змінного струму. Характеристики двигунів змінного струму. Безконтактні двигуни змінного струму. Використання асинхронних та синхронних двигунів в системах управління.

Тема 11. Мікропроцесорні пристрої. Особливості формування сигналів управління приводом за допомогою мікропроцесора. Програмовані логічні контролери.

Модульний контроль.

Модуль 2. Індивідуальне завдання: розрахункова робота на тему «Дослідження слідкуючої електромеханічної системи за допомогою ППП MATLAB».

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Математичний опис сигналів та елементів технічних систем управління.					
Тема 1. Вступ до дисципліни «Основи автоматизації».	7	2	–	–	5
Тема 2. Функціональні властивості технічних систем.	2	2	–	–	–
Тема 3. Алгоритми управління і принципи побудови САУ.	2	2	–	–	–
Тема 4. Використання принципу управління за задавальним впливом для вирішення задачі стабілізації.	6	2	–	–	4
Тема 5. Використання принципу управління по відхиленню для розв'язання задачі стабілізації.	11	2	4	–	5
Тема 6. Аеродинамічні характеристики літальних апаратів.	19	2	–	12	5
Модульний контроль.	1	–	–	–	1
Разом за змістовним модулем 1	48	12	4	12	20

1	2	3	4	5	6
Змістовний модуль 2. Виконавчі механізми та приводи систем управління					
Тема 7. Принципи побудови виконавчих механізмів (двигунів) в електроприводах систем управління.	13	4	2	–	7
Тема 8. Моделі електродвигунів серії СЛ.	16	2	2	4	8
Тема 9. Динамічні характеристики двигунів постійного струму.	14	2	4	–	8
Тема 10. Принципи побудови виконавчих двигунів змінного струму.	11	2	2	–	7
Тема 11. Мікропроцесорні пристрої.	11	2	2	–	7
Модульний контроль	1	–	–	–	1
Разом за змістовним модулем 2	66	12	12	4	38
Усього годин	114	24	16	16	58
Модуль 2.					
Індивідуальне завдання: розрахункова робота на тему «Дослідження слідкуючої електромеханічної системи за допомогою ППП MATLAB».	6	–	–	–	6
Усього годин	120	24	16	16	64

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не заплановано	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення структури та елементів універсального лабораторного стенду на базі аналогової обчислювальної машини МН-7.	4
2	Розрахунок характеристик двигунів постійного струму. Дослідження механічних та електромеханічних характеристик.	4
3	Дослідження системи стабілізації швидкості двигуна за допомогою ППП MATLAB.	6
4	Особливості формування сигналів управління приводом за допомогою мікропроцесора	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Експериментальне дослідження підйимальної сили на різних кутах атаки і швидкостях потоку	4
2	Дослідження сили аеродинамічного опору тіл обертання	4
3	Експериментальне дослідження розімкненої САУ. Принцип управління за задавальним впливом.	4
4	Дослідження підйимальної сили і продольного моменту профілей крила при зміні кута атаки	4
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Історичні етапи розвитку автоматизації виробництва (Тема 1).	5
2	Вибір виконавчих органів (Тема 4).	4
3	Моделі електродвигунів серії СЛ (Тема 5).	5
4	Використання принципу управління за задавальним впливом для вирішення задачі стабілізації (Тема 6).	5
5	Використання принципу управління за збуренням для вирішення задачі стабілізації. Оборотної машини постійного струму (Тема 7).	7
6	Передавальна функція двигуна за збурюючим впливом (Тема 8).	8
7	Типи електроприводів, що використовуються на борту сучасного літального апарату та їх принципові особливості (Тема 9).	8
8	Безконтактні двигуни постійного струму (Тема 10).	7
10	Контролери для автоматизації локальних систем (Тема 11).	7
11	Модульний контроль 1.	1
12	Модульний контроль 2.	1
13	Індивідуальне завдання: розрахункова робота на тему «Дослідження слідкуючої електромеханічної системи за допомогою ППП MATLAB».	6
	Разом	64

9. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота на тему «Дослідження слідкуючої електромеханічної системи за допомогою ППП MATLAB».

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді захисту лабораторних робіт, захисту індивідуальних розрахунково-графічних робіт відповідно до змістових модулів і тем, фінальний контроль – у вигляді іспитів та диференційного заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Розподіл балів, які отримують студенти

3 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	6	0...12
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Виконання і захист практичних робіт	0...4	2	0...8
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...2	6	0...12
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	1	0...5
Виконання і захист практичних робіт	0...4	6	0...24
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Модуль 2			
Виконання і захист РР	0...4	3	0...14
Усього за семестр			100

Білет для іспиту складається з теоретичних та практичних запитань. Наприклад:

1. Функціональні властивості технічних систем. Максимальна кількість балів – 20.

2. Побудувати графік і провести графічну лінеаризацію регулювальної статичної характеристики САП, заданої у вигляді таблиці:

$U_3, \text{В}$	0	1.2	2	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
$U_{\text{п}}, \text{В}$	0	0	1	3	5	6.5	7.5	8.7	9.1	9.4	9.7	9.9	10

Максимальна кількість балів – 40.

3. Відомі каталогові дані двигуна постійного струму незалежного збудження ДПУ-250: $P_n = 550 \text{ Вт}$ – номінальна потужність, $M_n = 1,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – номінальний момент, $U_n = 92 \text{ В}$ – номінальна напруга, $I_n = 7,4 \text{ А}$ – номінальний струм, $R_a = 1,53 \text{ Ом}$ – активний опір обмотки якоря. Побудувати природну механічну та електромеханічну характеристики двигуна.

Максимальна кількість балів – 40.

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

1. Відмінно (90–100 балів) виставляється студенту:

Який твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи із лабораторним стендом та з середовищем моделювання Matlab Simulink.

Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне та лабораторне завдання. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

2. Добре (75–89 балів) виставляється студенту:

Який має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи із лабораторним стендом та з пакетом Matlab. Правильно розв'язує практичні завдання, його відповіді не є чіткими. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

3. Задовільно (60–74 бали) виставляється студенту:

Який слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи із лабораторним стендом та з пакетом Matlab. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Незараховано

13. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт.
2. Методичні вказівки і завдання до виконання розрахункової роботи.
3. Універсальний лабораторний стенд на базі аналогової обчислювальної машини МН-7. Технічний опис.
4. <https://drive.google.com/drive/folders/1UYt9AsCzPoQ2Da8He1AktRjHxDT9MPos>

14. Рекомендована література

Базова

1. Кулік А. С. Теорія автоматичного управління [Текст]: навч. Посібник до лаб. робіт / А. С. Кулік, С. Н. Пасічник. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2020. – 108 с.
2. Моделювання та оптимізація систем [Текст]: підручник / В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І. Михальов, А. В. Усов. – Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс», 2017. – 804 с.
3. Лавріненко Ю.М. Основи електропривода: підручник / Ю.М. Лавріненко, П.І. Савченко, О.Ю. Синявський, Д.Г. Войтюк, В.В. Савченко, І.М. Голодний. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. — 524 с.
4. Басова, А. Є. Методи синтезу систем автоматичної стабілізації та позиціонування [Текст] : навч. посібник / А. Є. Басова, А. С. Кулік, С. М. Пасічник, Н. М. Харіна. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 192 с.
5. Збірник задач із систем автоматичного управління [Текст] / О.Г. Гордін, К.Ю. Дергачов, В.Г. Джулгаков та ін.; під заг. ред. А.С. Куліка, В.Ф. Симонова. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 206с.

Допоміжна

1. Литвин О. М., Лобанова Л. С., Першина Ю. І., Мірошніченко Г. А. Розв'язання задачі синтезу регулятора електроприводу системи тиристорний перетворювач-двигун узагальненим методом найменших квадратів // IV науково-технічна конференція «Обчислювальні методи і системи перетворення інформації»: зб. праць. Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2016. Вип. 4. С. 58 – 62.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри 301: k301.khai.edu