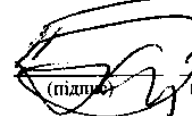


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 **М.БЛАГОДАРНИЙ**
(підпис) (ініціали та прізвище)

«26» серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Методи проектування та моделювання безпілотних систем

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»

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

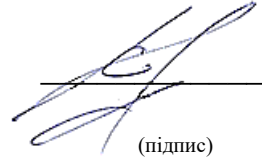
Спеціалізація: «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2022 рік

Розробник: Кочук С. Б., доцент каф. №305, к.т.н., доцент


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри мехатроніки та електротехніки

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2022 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор



Р. М. Тріш

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студент гр. 349

(підпис)

Микита Ковтушенко
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u> Спеціальність <u>151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»</u> Освітня програма <u>«Комп’ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»</u> Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u>	<i>Обов’язкова</i>
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2022/ 2023
Індивідуальне завдання: <u>Проектування систем керування БС</u>		Семестр
Загальна кількість годин – 64/150		2-й
		Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 5		24 години
		Практичні
		16 годин
		Лабораторні
		24 годин
		Самостійна робота
	86 години	
Вид контролю		
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: – 64/86.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: формування у здобувачів знань, вмінь і навичок з проектування, моделювання та дослідження безпілотних систем (БС), застосування методів і засобів синтезу систем керування такими пристроями.

Завдання – набуття компетенцій з проектування і моделювання безпілотних систем, у тому числі безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Компетентності, які набуваються:

- здатність використовувати фізичні принципи побудови рухомих БС при їх проектуванні та моделюванні (ЗК7, ЗК9, ФК1, ФК6, ФК7, ФК9);
- здатність математично описувати динаміку руху БС, у тому числі БПЛА (ФК1, ФК4, ФК6, ФК7);
- вміння користуватися об'єктно-орієнтованими програмними засобами для створення БС (ЗК7, ЗК9, ФК1, ФК3, ФК6);
- навички аналізу і синтезу алгоритмів керування БС (ЗК7, ЗК9, ФК1, ФК3, ФК6).

Очікувані результати навчання:

- вміти проектувати та розробляти БС (ПРН1, ПРН2);
- здатність проводити аналіз БС, синтезувати алгоритми їх функціонування (ПРН6, ПРН7);
- вміти виконувати налагодження, опробування та дослідження БС (ПРН5, ПРН7, ПРН9);
- вміти розробляти технічну документацію на проєктовані БС (ПРН9).

Пререквізити – базується на знанні дисциплін: мехатронні системи, проектування комп'ютерно-інтегрованих систем управління.

Кореквізити – забезпечує науково-дослідну роботу магістра, дипломне проектування.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Проектування безпілотних систем

Тема 1. Методи проектування безпілотних систем

Методи проектування: евристичні, послідовного наближення, контрольних запитань, мозкового штурму, асоціативні (пошук нових технічних рішень). Проект та проектування. Етапи проектування. Сучасні комплексні методи проектування.

Тема 2. Комп'ютерно-інтегровані системи проектування

Системи автоматизованого проектування. Розробка 3-D моделей об'єктів керування з використанням Ansys та Solidworks. Можливості MatLab як середовища для проектування.

Тема 3. Бортове та наземне обладнання БС

Технічне завдання на розробку БС. Етапи розробок зразків БС. Функціональний склад БС. Принципи вибору обладнання БС: датчиків інформації, контролерів та виконавчих пристроїв. Інтерфейс БС.

Модульний контроль.

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Моделювання безпілотних систем

Тема 4. Методи моделювання технічних систем

Типи моделей БС. Етапи моделювання. Класифікація моделей БС. Принципи вибору моделі БС. Ефективність різних моделей БС.

Тема 5. Комп'ютерно-інтегровані моделі БС

Математичні моделі БС. Математичні моделі руху БПЛА. Математичні моделі підсистем бортового обладнання БПЛА. Реалізація математичних моделей руху БПЛА в середовищі MatLab. Отримання аеродинамічних характеристик БПЛА в середовищах Flow Simulation. Засоби візуалізації моделювання (FlightGear).

Тема 6. Фізичні моделі БС

Методи побудови фізичних моделей. Побудова моделей БПЛА різного типу. Розміщення обладнання. Вибір обладнання та системи живлення. Розміщення обладнання. Налаштування бортового (Mission Planner) та наземного обладнання БПЛА. Випробування та дослідження моделей БПЛА.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Проектування безпілотних систем					
Тема 1. Методи проектування систем керування	16	2	2	-	12
Тема 2. Комп'ютерно-інтегровані системи проектування	32	4	4	8	16
Тема 3. Бортове та наземне обладнання БС	22	4	2	4	12 РГР
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 1	70	10	8	12	40
Змістовний модуль 2. Моделювання безпілотних систем					
Тема 4. Методи моделювання технічних систем	18	4	2	-	12 РГР
Тема 5. Комп'ютерно-інтегровані моделі БС	36	6	4	8	18
Тема 6. Фізичні моделі БС	26	4	2	4	16
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 2	80	14	8	12	46
Усього годин	150	24	16	24	86

5. Теми семінарських занять

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проектування БС.	2
2	Застосування середовища КОМПАС для проектування БС.	2
3	Застосування середовища MatLab для проектування БС.	2
4	Розрахунок потрібного для БПЛА обладнання.	2
5	Приклади моделей БС.	2
6	Математичні моделі руху БПЛА.	4
7	Вибір фізичної моделі БС.	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка 3-D моделей БС.	4
2	Проектування БПЛА з використанням КОМПАС, Solidworks та MatLab.	4
3	Дослідження систем бортового обладнання БПЛА.	4
4	Дослідження математичних моделей руху БС.	4
5	Дослідження динаміки руху БПЛА.	4
6	Калібровка та налаштування бортового обладнання БПЛА	4
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи проектування систем автоматичного керування	8
2	Використання комп'ютерно-інтегрованих системи проектування в НАУ(ХАІ)	12
3	Підготовка до модульних контрольних робіт	10
4	Методи моделювання систем автоматичного керування	8
5	Математичне моделювання робототехнічних систем.	12
6	Фізичні моделі кафедри	12
	Разом	62

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проектування систем керування за темою ДП	12
2	Моделювання систем керування за темою ДП	12
	Разом	24

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, доповідей за індивідуальними завданнями, практичних та лабораторних занять, фінальний контроль – іспит.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання та захист практичних робіт	2...3	10	20...30
Модульний контроль	10...10	1	10...14
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання та захист практичних робіт	2...3	10	20...30
Модульний контроль	10...10	1	10...14
Всього за семестр			60...100

Білет для іспиту складається з 3 запитань, що входять до лекційного матеріалу та охоплюють зміст усіх практичних завдань. Сума балів складає 100.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Приклад 1

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- знати методи проектування та моделювання БС;
- вміння користуватися об'єктно-орієнтованими програмними засобами;
- вміння обирати ефективні моделі опису БС при проектуванні.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- вміти проектувати БС з використанням об'єктно-орієнтованих програмних засобів;
- обирати елементи бортового обладнання БС;
- вміти математично описувати БС та моделювати роботу систем та динаміку руху;
- створювати фізичні моделі БС.

Приклад 2.

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань і умінь. Захистити всі індивідуальні

завдання та звіти. Знати методи проектування та моделювання БС.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, виконати індивідуальні завдання, мати оцінки за практичні заняття. Уміти користуватися знаннями при проектуванні та моделюванні БС.

Відмінно (90-100). Здати усі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати усі теми та уміти застосовувати їх на практиці, уміти презентувати доповіді.

Приклад 2.

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. На задовільному рівні виконати практичного завдання та розрахункову роботу. Мати уявлення про сучасні підходи до створення БС, основні напрями їх розвитку.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань і умінь, виконати усі завдання, на достатньо високому рівні. Мати чітке уявлення про методи проектування та моделювання БС. Вміти користуватися сучасним програмним забезпеченням при виконанні практичних завдань.

Відмінно (90-100). Твердо знати основний та додатковий матеріал, що необхідний для виконання практичних та лабораторних завдань. Розробляти проектні завдання та виконувати моделювання БС.

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	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Методи проектування та моделювання безпілотних систем».
2. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва» за спеціальностями: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка та 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» для підготовки магістрів. 2021 р.
3. Кочук С. Б. Математичні моделі літака як об'єкта управління [Текст]: Навч. посібник / С. Б. Кочук, С. М. Фірсов, К. Ф. Фомичов. – Харків : Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т », 2016. – 74 с.
4. Фірсов С. М. Спеціальні розділи теорії автоматичного керування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для самост. роботи / С. М. Фірсов, С. Б. Кочук, Ю. В. Білоконська. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 134 с.

5. Навчально-методичний комплекс дисципліни: <https://khai.edu.ua/education/fakultety-i-kafedry/fakultet-sistem-upravleniya-la/kafedra-mehatroniki-ta-elektrotehniki-305/>

14. Рекомендована література

Основна

1. Основи проектування і моделювання: Навчально – методичний посібник / уклад. Людмила Миколаївна Хоменко. – Умань: ФОП Жовтий О.О., 2016. – 125 с.
2. Щербина В. Ю. Курс лекцій «Методологія проектування». - К.: Видавництво “ЕКМО”, 2010. – 168с.
3. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
4. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Підручник для студентів вищих закладів освіти / За ред. В. І. Бикова – К.: Либідь, 2000. – 270с

Додаткова

1. Кочук, С. Б. Ідентифікація об'єктів автоматизації [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практикуму / С. Б. Кочук, А. О. Нікітін, Л. М. Лутай. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 45 с.
2. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: Навчальний посібник. – К: КНЕУ - 1998. – 230с.
3. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група BHV, 2005. – 352с. 29.
4. Томашевський В.М., Жданова О.Г., Жолдакова О.О. Вирішення практичних завдань методами комп'ютерного моделювання: Навч. посібник. - К.: Корнійчук, 2001. – 267с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт університету: <https://www.khai.edu>.

Сайт кафедри: <https://khai.edu.ua/education/fakultety-i-kafedry/fakultet-sistem-upravleniya-la/kafedra-mehatroniki-ta-elektrotehniki-305/>