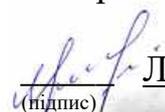


**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний аерокосмічний університет**  
**«Харківський авіаційний інститут»**

**Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант ОП

  
**Людмила ЛУТАЙ**  
(ініціали та прізвище)

« 29 » серпня 2025 р.

**СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ***  
**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Методи проектування та моделювання безпілотних систем**

**Галузь знань:** G Інженерія, виробництво та будівництво

**Спеціальність:** G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

**Освітня програма:** Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва

**Рівень вищої освіти:** другий (магістерський)

**Силабус введено в дію з 01.09.2025 року**

**Харків – 2025 р.**

Розробник: доцент каф. №305, к.т.н., доцент **Сергій КОЧУК**

  
(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри мехатроніки та електроніки (№ 305 )

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор  
(науковий ступінь і вчене звання)

  
(підпис)

Р. М. Триш  
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

  
(підпис)

Егор Дюділов  
(ініціали та прізвище)

## 1. Загальна інформація про викладача

	ПІБ: Кочук Сергій Борисович
	Посада: доцент кафедри мехатроніки та електротехніки
	Науковий ступінь: к. т. н.
	Вчене звання: доцент
	Перелік дисциплін, які викладає: «Основи автоматичних технологічних процесів», «Теоретичні основи автоматизації», «Ідентифікація і моделювання об'єктів автоматизації», «Методи проектування та моделювання безпілотних систем», «Основи мехатронних системи» «Мехатронні системи».
	Напрями наукових досліджень: алгоритмічне забезпечення інтелектуальних систем керування динамічними об'єктами, проектування БПЛА та їх систем керування.

## 2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна, заочна</i>
Семестр	<i>2</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<i>денна: 6 кредитів ЄКТС / 180 годин (72 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 24; лабораторні – 24; СРЗ – 108); заочна: 6 кредитів ЄКТС / 180 годин (10 аудиторних, з яких: лекції – 2, практичні – 4; лабораторні – 4; СРЗ – 170)</i>
Види навчальної діяльності	<i>Лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота</i>
Види контролю	<i>Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – модульний контроль, іспит</i>
Пререквізити	<i>вища математика, мехатронні системи</i>

### **3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання**

**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 (ЗК1, ЗК2, СК1, СК2, СК3, СК5, СК10);
- здатність математично описувати динаміку руху БС, у тому числі БПЛА (ЗК2, СК3, СК4, СК6);
- вміння користуватися об'єктно-орієнтованими програмними засобами для створення БС (СК7, СК8);
- навички аналізу і синтезу алгоритмів керування БС (ЗК3, СК1, СК3, СК6, СК11).

**Очікувані результати навчання:**

- вміти проектувати та розробляти БС (РН01, РН02, РН05, РН10);
- здатність проводити аналіз БС, синтезувати алгоритми їх функціонування (РН05, РН08, РН11);
- вміти виконувати налагодження, опробування та дослідження БС (РН02, РН07, РН09);
- вміти розробляти технічну документацію на спроектовані БС (РН09, РН15).

**Пререквізити** – базується на знанні дисциплін: мехатронні системи, проектування програмного забезпечення для спеціалізованих автоматизованих систем, інтелектуальна власність.

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

## 4. Зміст навчальної дисципліни

### Модуль 1.

#### Змістовий модуль 1. Проектування безпілотних систем

##### *Теми лекційних занять:*

#### 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, Solidworks та Blender. 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.

##### *Теми практичних занять:*

Тема 1. Проектування безпілотних систем.

Тема 2. Застосування середовища Solidworks для проектування БС. Застосування середовища MatLab для проектування БС.

Тема 3. Розрахунок потрібного для БПЛА обладнання. Розрахунок силової установки БПЛА.

##### *Теми лабораторних занять:*

Тема 1, 2. Аванпроект з розробки БПЛА: створення 3-D моделі (FreeCAD, AutoCAD, SolidWorks, Catia).

Тема 2. Аналіз аеродинамічних параметрів БПЛА.

Тема 3. Вибір авіоніки БПЛА. Проектування цифрової системи керування. Проектування системи керування корисним навантаженням. Дослідження систем бортового обладнання БПЛА.

*Теми, види робіт, що на належать до самостійної роботи:* методи проектування систем автоматичного керування, використання комп'ютерно-інтегрованих системи проектування в НАУ(ХАІ).

### Модульний контроль.

## **Модуль 2.**

### **Змістовий модуль 2. Моделювання безпілотних систем**

#### ***Теми лекційних занять***

#### **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.

#### ***Теми практичних занять:***

Тема 4. Приклади моделей безпілотних систем.

Тема 5. Математичні моделі руху БПЛА..

Тема 6. Вибір фізичної моделі БПЛА.

#### ***Теми лабораторних занять:***

Тема 4. Дослідження математичних моделей руху БПЛА.

Тема 5. Математичні моделі руху БПЛА. Комп'ютерні системи моделювання БПЛА.

Тема 6. Інтеграція алгоритмів комп'ютерного зору. Калібровка та налаштування бортового обладнання БПЛА

***Теми, види робіт, що на належать до самостійної роботи:*** методи моделювання систем автоматичного керування, Математичне моделювання робототехнічних систем.

#### **Модульний контроль.**

## **5. Індивідуальні завдання**

Аванпроект БПЛА за обраним варіантом.

Проектування систем керування за темою ДП.

Моделювання систем керування за темою ДП.

## 6. Методи навчання

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

## 7. Методи контролю

Проведення поточного контролю вивчення дисципліни, письмових модульних контролів, захист лабораторних робіт, виконання розрахунково-графічної роботи, фінальний контроль у вигляді іспиту.

## 8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	10...15	1	18...25
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	10...15	1	18...25
<b>Усього за семестр</b>			<b>60...100</b>

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

Білет для іспиту складається з теоретичного запитання та двох практичних завдань. Максимальна кількість балів за одне теоретичне запитання – 40 балів. Максимальна кількість балів за практичні завдання – 30 балів.

При складанні семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

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

## ***Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру***

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Знати правила створення програм в Visual Studio. Володіти типами даних. Знати методи і властивості вбудованих класів C#.

**Добре (75 - 89).** Чітко виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти використовувати вбудовані класи C# для оброблення даних, що вводяться користувачем. Вміти створювати структури і працювати з ними. Вміти створювати простий власний клас. Вміти створювати індексатори і властивості.

**Відмінно (90 - 100).** Знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти створювати власні ієрархії класів. Вміти створювати інтерфейси та реалізовувати їх. Вміти працювати з базами даних (створювати БД, здійснювати запити до БД).

## **9. Політика навчального курсу**

***Відвідування занять.*** Пропущені на протязі семестру заняття та невиконані завдання відпрацьовуються здобувачами під час самостійної роботи. Захист завдань здійснюється на протязі занять або щотижневих консультацій викладача.

***Дотримання вимог академічної доброчесності*** здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

***Вирішення конфліктів.*** Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила

етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

## 10. Методичне забезпечення

1. Силабус дисципліни «Методи проектування та моделювання безпілотних систем».

2. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва» за спеціальністю 174 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» для підготовки магістрів. 2025р. <https://khai.edu/ua/education/osvitni-programi-i-komponenti-z-2025-roku/osvitni-programi-i-komponenti-dlya-magistriv/osvitno-profesijni-programi180/kompyuterno-integrovani-tehnologichni-procesi-i-virobnictva2/>

3. Проектування малогабаритних безпілотних літальних апаратів [Електронний ресурс] : навч. посіб. / С. Б. Кочук, А. О. Нікітін, І. В. Жежера. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2024. – 101 с.

4. Навчально-методичний комплекс дисципліни: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=6928>.

## 11. 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.

2. 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.

3. 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.

4. A. R. Jha. Theory, Design, and Applications of Unmanned Aerial Vehicles: CRC Press, 2016. – P. 316.

<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315371191/theory-design-applications-unmanned-aerial-vehicles-jha-ph>

5. Control of Autonomous Aerial Vehicles. Редактори: Yasmina Bestaoui Seb-bane, Rogelio Lozano. Видавництво: Springer, 2023. – P. 353.  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-39767-7>

#### **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 ВНУ, 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.

5. Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Редактор: Kimon P. Valavanis Видавництво: Springer, 2015. – P. 328.  
<https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-90-481-9707-1>

6. Randall K. Nichols та ін. Unmanned Vehicle Systems & Operations on Air, Sea, Land: New Prairie Press, 2020. <https://newprairiepress.org/ebooks/35/>

## **12. Інформаційні ресурси**

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

**Сайт кафедри** <https://k305.khai.edu>

**Сайт бібліотеки** <https://library.khai.edu/>