

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

Кафедра інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості
(№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис) Дмитро КРИЦЬКИЙ
(ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

« 29 » 08 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**УСТАТКУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ БЕЗПІЛОТНИХ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 Механічна інженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Інтелектуальні безпілотні транспортні засоби
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Потильчак О.П., к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри _____
інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 21 » 08 2025 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент  Віталій СІРОКЛИН
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: *Потильчак Олексій Петрович*

Посада: *доцент кафедри 303*

Науковий ступінь: *кандидат технічних наук*

Вчене звання: *доцент*

Перелік дисциплін, які викладає:

Розрахунок функціональних вузлів ЗВТ

Основи сучасної схемотехніки

Сучасні питання вимірювання параметрів ЛА

Інтелектуальні засоби вимірювальної техніки

Напрями наукових досліджень:

- *методи підвищення точності засобів вимірювальної техніки;*
- *розробка вимірювальних перетворювачів з цифровим виходом.*

Контактна інформація: *e-mail: o.potylchak@khai.edu*

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	7
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 4,5 кредити ЄКТС / 135 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 71)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Фізика, Електротехніка, Проектування та конструювання ІБТЗ

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

Мета – формування у здобувачів фахових знань щодо фізичних основ роботи, принципів побудови, особливостей застосування вимірювального устаткування інтелектуальних безпілотних транспортних засобів (ІБТЗ).

Завдання – навчити здобувача вирішувати практичні задачі стосовно вимірювального устаткування ІБТЗ, зокрема, вибір методів вимірювання певних параметрів ІБТЗ, розрахунок характеристик пристроїв вимірювання параметрів ІБТЗ, конструктивна та схемотехнічна реалізація пристроїв вимірювання параметрів ІБТЗ.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми під час професійної діяльності у сфері мікро- та наносистемної техніки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК7. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні компетентності (СК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

СК5. Здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем.

СК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та у професійній діяльності.

Програмні результати навчання (ПР):

ПР9. Дотримуватися вимог галузевих нормативних документів щодо процедур проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах їх життєвого циклу.

ПР10. Пояснювати вплив конструктивних параметрів елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на її льотно-технічні характеристики. Мати уявлення про методи забезпечення стійкості та керованості авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПР11. Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу.

ПР12. Розуміти принципи механіки рідини та газу, зокрема, гідравліки, аеродинаміки (газодинаміки).

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Загальні питання побудови пристроїв вимірювання параметрів ІБТЗ

Тема 1. Вступ. Класифікація параметрів, які можуть вимірюватися на борту ІБТЗ. Класифікація авіаційних датчиків.

Розглянуто особливості вимірювання параметрів ІБТЗ. Наведено класифікацію параметрів, які можуть вимірюватися на борту ІБТЗ, а також класифікацію авіаційних датчиків.

Лекція 1. Вступ. Класифікація параметрів, які можуть вимірюватися на борту ІБТЗ. Класифікація авіаційних датчиків.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 2. Принципи побудови вимірювальних пристроїв. Статичні характеристики, чутливість і похибки вимірювальних пристроїв.

Розглянуто основні визначення стосовно вимірювальних пристроїв. Описано різновиди структурних схем, особливості статичних характеристик та чутливості вимірювальних пристроїв. Надано інформацію про визначення чутливості вимірювального пристрою за відомими чутливостями ланок для різних видів структурних схем. Наведено класифікацію похибок вимірювальних пристроїв.

Лекція 2. Принципи побудови вимірювальних пристроїв. Статичні характеристики, чутливість і похибки вимірювальних пристроїв.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу.

Змістовий модуль 2. Методи та пристрої вимірювання висоти польоту, швидкості ІБТЗ та пов'язаних з нею величин

Тема 3. Методи та пристрої вимірювання висоти польоту.

Наведено основні визначення стосовно різновидів висоти польоту і методів її вимірювання. Розглянуто барометричний метод вимірювання висоти польоту, а також пристрої, які на ньому основані. Розглянуто радіотехнічний та інерційний методи вимірювання висоти польоту.

Лекція 3. Методи та пристрої вимірювання висоти польоту. Частина 1.

Лекція 4. Методи та пристрої вимірювання висоти польоту. Частина 2.

Практичне заняття 1. Статичні характеристики і чутливість вимірювальних приладів. Барометричні і радіо- висотоміри.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 4. Методи та пристрої вимірювання швидкості та пов'язаних з нею величин.

Наведено основні визначення стосовно різновидів швидкості ЛА і методів її вимірювання. Розглянуто методи вимірювання швидкості, які використовуються у безпілотних ЛА, зокрема, у ІБТЗ: аерометричний і доплерівський. Розглянуто методи та пристрої вимірювання вертикальної швидкості та кутів атаки і ковзання.

Лекція 5. Методи та пристрої вимірювання швидкості та пов'язаних з нею параметрів.

Практичне заняття 2. Методи та пристрої вимірювання швидкості.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до захисту практичної роботи.

Модульний контроль 1.

Самостійна робота здобувача – підготовка до модульного контролю.

МОДУЛЬ 2

Змістовий модуль 3. Методи та пристрої вимірювання прискорення і кутової швидкості ІБТЗ

Тема 5. Методи та пристрої вимірювання прискорення.

Розглянуто методи вимірювання прискорення ЛА і, зокрема, ІБТЗ. Описано різновиди акселерометрів, основаних на інерційному методі: механічні, струнні, п'єзоелектричні, резонансні кварцові, а також MEMS-акселерометри.

Лекція 6. Методи та пристрої вимірювання прискорення.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 6. Пристрої вимірювання кутової швидкості.

Розглянуто пристрої вимірювання кутової швидкості ЛА і, зокрема, ІБТЗ: механічний гіроскопічний датчик кутової швидкості, лазерні гіроскопи, волоконно-оптичні гіроскопи, MEMS-гіроскопи.

Лекція 7. Пристрої вимірювання кутової швидкості.

Практичне заняття 3. Методи та пристрої вимірювання прискорення і кутової швидкості.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до захисту практичної роботи.

Змістовий модуль 4. *Методи та пристрої вимірювання кутів курсу, крену та тангажу*

Тема 7. Методи та пристрої вимірювання курсу.

Дано основні визначення щодо особливостей вимірювання курсу ЛА. Наведено інформацію про методи вимірювання курсу. Розглянуто особливості будови і застосування магнітних та індукційних компасів.

Лекція 8. Методи вимірювання курсу. Магнітні та індукційні компаси.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 8. *Методи та пристрої вимірювання кутів крену та тангажу.*

Дано основні визначення щодо особливостей вимірювання курсу ЛА. Розглянуто особливості будови та застосування гіроскопічних пристроїв вимірювання кутів крену та тангажу, а також інерційних вимірювальних блоків (IMU).

Лекція 9. Методи та пристрої вимірювання кутів крену та тангажу.

Практичне заняття 4. Методи та пристрої вимірювання кутів крену та тангажу.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до захисту практичної роботи.

Модульний контроль 2.

Самостійна робота здобувача – підготовка до модульного контролю.

МОДУЛЬ 3

Змістовий модуль 5. *Методи та пристрої вимірювання тиску, температури, кількості та витрати палива*

Тема 9. Пристрої вимірювання тиску.

Розглянуто основні поняття і визначення стосовно вимірювання тиску. Наведено опис будови, принципу дії та особливостей експлуатації датчиків тиску з тензочутливими перетворювачами, а також інтегральних датчиків тиску.

Лекція 10. Пристрої вимірювання тиску.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 10. Методи та пристрої вимірювання температури.

Розглянуто основні задачі вимірювання температури у безпілотних ЛА. Наведено інформацію про особливості вимірювання температури. Розглянуто різновиди термометрів, які використовуються у сучасних БПЛА: термометри опору, терморезистори, інтегровані цифрові сенсори.

Лекція 11. Методи та пристрої вимірювання температури.

Практичне заняття 5. Методи та пристрої вимірювання температури.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу,

підготовка до практичного заняття, підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 11. Методи та пристрої вимірювання кількості палива.

Розглянуто методи та пристрої вимірювання кількості палива: гідростатичні, ультразвукові, поплавцеві та ємнісні.

Лекція 12. Методи та пристрої вимірювання кількості палива.

Практичне заняття 6. Гідростатичний метод вимірювання кількості палива.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 12. Методи та пристрої вимірювання витрати палива.

Розглянуто методи та пристрої вимірювання витрати палива: об'ємні, змінного перепаду тисків, постійного перепаду тисків, турбінні, теплові, ультразвукові.

Лекція 13. Методи та пристрої вимірювання витрати палива.

Практичне заняття 7. Метод змінного перепаду тиску для вимірювання витрати палива.

Практичне заняття 8. Методи та пристрої вимірювання кількості та витрати палива.

Самостійна робота здобувача – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять, підготовка до захисту практичних робіт.

5. Індивідуальні завдання

Відповідно до навчального плану передбачено індивідуальні завдання, які мають на меті поглиблене вивчення сучасного вимірювального устаткування літальних апаратів, зокрема, ІБТЗ.

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультацій за розкладом кафедри та індивідуальних (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

7. Методи контролю

Поточний контроль виконання практичних робіт та індивідуальних завдань. Модульний контроль. Семестровий 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
Модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...20	1	0...15
Модуль 3			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Виконання індивідуального завдання	-	-	0...15
Усього за семестр			0...100

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

Білет для іспиту складається з 2 теоретичних запитань та 1 практичного завдання. За повну правильну відповідь на теоретичні запитання здобувач отримує по 30 балів. За повністю правильно виконане практичне завдання – 40 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). Оцінку «задовільно» заслуговує здобувач, який виявив мінімум знання основного змісту матеріалу з дисципліни в об'ємі, необхідному для подальшого навчання й майбутньої роботи за спеціальністю, який впорався з виконанням усіх практичних робіт, що передбачені програмою, але у звітах є суттєві помилки.

Добре (75 - 89). Оцінку «добре» заслуговує здобувач, який виконав індивідуальне завдання та усі практичні роботи, виявив повне знання лекційного матеріалу, але мають місце незначні помилки або недостатньо обґрунтовано надані відповіді на запропоновані запитання.

Відмінно (90 - 100). Оцінку «відмінно» заслуговує здобувач, який виявив всебічні чіткі, систематичні та глибокі знання теоретичного та практичного навчального матеріалу з дисципліни, вірно розкрив суть і достатньо обґрунтував своє ставлення до запропонованих питань, виявив вміння вільно виконувати практичні завдання, що передбачені програмою, а також безпомилково виконав індивідуальне завдання.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. У разі відсутності на практичних заняттях здобувач зобов'язаний опрацювати матеріал відповідних практичних робіт, використовуючи підручники та методичні посібники. Контроль якості опрацювання здійснюється під час захисту практичних робіт.

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). 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. Бикова Т.В., Потильчак О.П., Черепашук Г.О. Сучасні інтерфейси для вимірювальної техніки. – Навч. посібник до курс. та дипл. проектування. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 107 с.

2. Потильчак О.П., Сарамолкі А.Р. Проектування пристроїв вимірювання параметрів літального апарату : навч. посібник з курс. і дипл. проектування– Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2011. – 100 с.

3. Дистанційний курс дисципліни "Устаткування інтелектуальних безпілотних транспортних засобів" у системі дистанційного навчання
Ментор: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=9744>

11. Рекомендована література

Базова

1. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.: НАУ, 2017. – 264с.

2. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.

3. Рогожин В.О., Синєглазов В.М., Філяшкін М.К. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден: підручник.– К.: НАУ, 2005.– 316 с.

4. Осадчий С.І. Авіоніка. Архітектура, відображення інформації та еволюція: Підручник - Кропивницький: ЛА НАУ, 2023. -106 с.

Допоміжна

1. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О.Квітка, С.В.Галько. – Мелітополь: Виданвичо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 206 с.

2. Метрологія та вимірювальна техніка : Підручник – 2-е вид., доп. та

переробл. /Є.С.Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко ; За ред. Є.С. Поліщука; – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012. – 544 с.

3. Древецький В. В. Спеціальні вимірювання і прилади : навч. посіб. / В. В. Древецький, С. В. Стець. – Рівне : НУВГП, 2012. – 288 с.

4. Дмитрієв С.О., Тугарінов О.С., Молодцов М.Ф. Технічна експлуатація повітряних суден: навч. посібник. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ–друк», 2014. – 480 с.

5. Філяшкін М.К., Рогожин В.О., Скрипець А.В., Лукінова Т.І. Інерціально-супутникові системи навігації. – К: НАУ, 2009.– 272 с.

12. Інформаційні ресурси

1. <https://acronaviation.com/avionics/>
2. <https://www.air-avionics.com/>
3. <https://www.aviationtoday.com/>
4. <https://www.collinsaerospace.com/what-we-do/industries/military-and-defense/avionics>
5. <https://aerospace.honeywell.com/us/en/products-and-services/products/cabin-and-cockpit/avionics>