

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

Кафедра _____ (№ _____)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 О.М.Чугай

«_____» _____ 2022 р.

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

Методи та пристрої вимірювання геометричних величин

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **15 Автоматизація та приладобудування**

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: **153 Мікро- та наносистемна техніка**

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: **Мікро- та наносистемна техніка**

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна
(скорочений термін навчання)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

Розробник: Калашніков Є.Є., 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 « 29 » 08 2022 р.

Завідувач кафедри к.т.н.
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

В.П. Сіроклин
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 5

Обсяг дисципліни: 4 кредити ЄКТС/ 120 годин, у тому числі

аудиторних – 40 год., самостійної роботи здобувачів – 80 год.

Форма здобуття освіти – *денна*

Дисципліна *обов'язкова*

Види навчальної діяльності – *лекції - 24, практичні заняття – 16, лабораторні роботи - _.*

Види контролю – *модульний контроль, залік*

Мова викладання – *українська*

Пререквізити – *фізика, загальна електротехніка, електронні пристрої вимірювальної техніки, електронна та мікропроцесорна техніка.*

Кореквізити – *вимірювальні перетворювачі, цифрові засоби вимірювань.*

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: дати знання по методам, засобам і метрологічному забезпеченню вимірювань геометричних величин, пов'язаних з одержанням високої якості продукції, що випускається.

Завдання: навчити принципам вимірювання довжин, кутів, шорсткості, методів будови засобів вимірювання геометричних величин і вибору основних параметрів засобів вимірювання геометричних величин при проектуванні.

Компетентності, які набуваються:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК9. Здатність працювати в команді.

ФК7. Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації.

ФК10. Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання.

Очікувані результати навчання:

ПРН1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації

ПРН3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ПРН6. Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Основні визначення геометричних величин.

Механічні засоби вимірювань довжини.

Тема 1.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 2 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Предмет дисципліни, його короткий зміст і місце в системі інженерних дисциплін. Основне рівняння виміру. Результат виміру будь-якої фізичної величини.

Тема 2.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 0,5 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 2 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Класифікація видів і методів вимірювань. Технічні вимірювання й види технічного контролю. Забезпечення необхідної точності вимірювання.

Тема 3.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема лабораторної роботи: повірка пкмд на оптикаторі 01П моделі 15601.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2,5 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 2 година.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного*

матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ЗВТ.*

Показники, що нормують, плоско паралельні міри довжини (ПКМД).
Порядок вибору мер блоку заданого розміру.

Тема 4.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 0,5 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Брускові штрихові міри довжини та рулетки. Похибка, що допускається.

Тема 5.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 0,5 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Класифікація механічних засобів вимірювання довжини.
Штангенприлади, типи й конструкція. Припустима похибка. Принцип Аббе.

Тема 6.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема лабораторної роботи: перевірка штангенциркулів.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2,5 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ЗВТ.*

Модулі ноніусів штангенприладів, використання штангенприладів. Вибір засобів вимірювання довжини.

Тема 7.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема лабораторної роботи: перевірка мікрометрів типу МК.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної*

роботи.

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ЗВТ.*

Мікрометричні прилади. Відліковий пристрій, прийоми вимірів. Припустима похибка. Повірка штанген- і мікрометричних приладів.

Тема 8.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Тема лабораторної роботи: повірка вимірювальних головок на приладі ППГ-2А.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2,5 години.*

- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ЗВТ.*

Класифікація й призначення важільно-механічних приладів. Зубчасті вимірювальні головки Стійки й штативи зубчастих вимірювальних головок.

Тема 9.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Тема лабораторної роботи: повірка скоби індикаторної.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 3 години.*

- *Обсяг самостійної роботи: 2 години.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ЗВТ.*

Пружинні вимірювальні головки. Скоби й важільні мікрометри - конструкція й прийоми роботи з ними.

Змістовний модуль 2. Засоби вимірювання кутів та калібри

Тема 10.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*

- *Обсяг самостійної роботи: 2 години.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Засоби технічного контролю. Класифікація калібрів. Калібри для контролю лінійних розмірів. Калібри для контролю шлицевих і шпонкових

з'єднань. Калібри для контролю циліндричних і нарізних сполучень. Калібри для контролю конусів. Профільні шаблони.

Тема 11.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 2 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Відхилення форми плоских поверхонь. Вимірювання діаметрів великих та малих отворів. Вимірювання діаметрів великих та малих валів.

Тема 12.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 2 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Кутові призматичні міри й повірочні трикутники.

Тема 13.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота самостійна робота.*
- *Тема лабораторної роботи: проведення вимірів за допомогою кутомірів і ухиломірів.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ЗВТ.*

Методи й засоби виміру кутів і конусів. Кутоміри універсальні. Тригонометричні методи й засоби вимірів кутів і конусів.

Тема 14

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота самостійна робота.*
- *Тема лабораторної роботи: проведення вимірів за допомогою кутомірів і ухиломірів.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування,*

матеріали, інструменти): ЗВТ.

Методи й засоби контролю горизонтальності й вертикальності розташування плоских і циліндричних поверхонь.

Тема 15.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 0,5 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*

Методи й засоби перевірки кутових мір. Гоніометричний метод, відносний контактний метод.

Тема 16.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 0,5 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 2 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*

Методи й засоби контролю й виміру точності циліндричних різьблень. Методи й засоби контролю зубчастих коліс. Автоматизація контрольних операцій.

Модульний контроль.

Модуль 2.

Змістовний модуль 3. Оптичні засоби вимірювань.

Тема 17.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота самостійна робота.*
- *Тема лабораторної роботи: проведення геометричних вимірювань за допомогою безконтактних дальномірів.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ЗВТ.*

Класифікація оптичних та оптико-механічних засобів вимірювання. Основні властивості оптичних методів, принцип автоколімації, оптичний важіль.

Тема 18.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота самостійна робота.*
- *Тема лабораторної роботи: перевірка індикаторів годинникового типу на приладі ППІ-4.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ЗВТ.*

Основні деталі та вузли оптичних приладів. Основні похибки оптичних систем.

Тема 19.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота самостійна робота.*
- *Тема лабораторної роботи: контроль придатності деталі на вертикальному оптичному ОВЕ – 1.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ЗВТ.*

Оптикатори, оптиметри. Оптична схема вимірювальної трубки оптиметра. Відліковий пристрій і прийоми роботи.

Тема 20.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Оптико-механічні машини. Інструментальні й універсальні мікроскопи. Відлікові пристрої й пристосування.

Тема 21.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Побудова та використання сферометрів та інтерферометрів.

Тема 22.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Інтерференційні методи вимірювань. Принцип, що лежить в основі методу. Схема інтерферометра Майкельсона.

Тема 23.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Контактний інтерферометр. Відліковий пристрій, ціна поділки, припустима похибка, прийоми роботи. Абсолютний і відносний методи вимірювання ПКМД. Лазерні інтерферометри, їхнє застосування при вимірюванні відстаней.

Змістовний модуль 4. Пневматичні засоби вимірювань та вимірювання шорсткості.

Тема 24.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 4 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Пневматичні методи й засоби вимірів геометричних параметрів.

Тема 25.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 4 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Принцип дії й класифікація пневматичних довжиномерів, межі й припустима похибка вимірювань.

Тема 26.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 4 години.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Довжиноміри низького тиску. Довжиноміри високого тиску. Особливості використання пневматичних приладів з ротаметром. Схеми перекриттів повітря в пневмоперетворювачах. Схеми контролю пневматичними перетворювачами.

Тема 27.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 4 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Основні визначення шорсткості. Методи й засоби контролю та вимірювання шорсткості поверхонь. Класифікація засобів вимірювання шорсткості.

Тема 28.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 3 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

Засоби світлового та тіньового перетину вимірювання шорсткості. Засоби автоматичного вимірювання шорсткості.

Модульний контроль.

4. Індивідуальні завдання

Відповідно до вимог вивчення дисципліни індивідуальні завдання передбачають самостійну роботу у вигляді виконання робіт навчально-розрахункового характеру, які мають на меті поглиблене вивчення пристроїв вимірювання геометричних розмірів.

5. Методи навчання

Вивчення дисципліни “ Методи та пристрої вимірювання геометричних величин” здійснюється традиційними методами із застосуванням новітніх інформаційних технологій. Теоретичні знання, що викладаються під час лекцій, використовуються під час проведення практичних занять і виконання лабораторних робіт, які проводяться у аудиторіях, обладнаних сучасними комп’ютерними засобами та пристроями вимірювання геометричних величин.

6. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних і лабораторних заняттях, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	6	0...5
Виконання і захист практичних робіт	0...5	1	0...15
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Виконання і захист практичних робіт	0...5	1	0...5
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Усього за семестр			0...100

Білет для заліку складається з 2 теоретичних питань та практичного завдання. Максимальна кількість балів за теоретичне питання дорівнює 30 балів, за розв'язання практичного завдання – 40 балів.

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

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Оцінку «задовільно» заслуговує студент, який виявив мінімум знання основного змісту матеріалу з дисципліни в об'ємі, необхідному для подальшого навчання й майбутньої роботи за напрямом (спеціальністю), який справився з виконанням усіх практичних і лабораторних занять(робіт), що передбачені програмою, але у звітах (результатах домашніх і аудиторних робіт) і відповіді на запитання є похибки.

Добре (75 - 89). Оцінку «добре» заслуговує студент, який виконав усі домашні завдання, відпрацював усі практичні та лабораторні заняття, який виявив повне знання програмного матеріалу, вірно розкрив суть проблем та у цілому розв'язав завдання лабораторних занять, але у змісті відповіді є незначні помилки, або недостатньо обґрунтовано надані відповіді на запропоновані запитання з лекційного матеріалу з дисципліни, з матеріалу практичних і лабораторних занять та матеріалу з самостійної роботи.

Відмінно (90 - 100). Оцінку «відмінно» заслуговує студент, 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 вправи, вмів аналізувати і систематизувати інформацію.

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

8. Політика навчального курсу

У разі невиконання навчального плану (відсутності на лекціях, практичних чи лабораторних роботах) студент зобов'язаний опрацювати матеріал лекцій, практичних чи лабораторних робіт через підручники та методичну літературу. Контроль якості опрацювання здійснюється через написання рефератів або виконання додаткових завдань у терміни, передбачені консультаціями викладача та у передсесійний період.

9. Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=BookList&lang=ukr&caller_mode=KNMZ&disciplinesearch=yes&combiningAND=1&theme_cond=all_theme&is_ttp=0&knmz_doctype_list=0&qualificationlevel_list=0&search_fld=&discipline_list=0&department_list=16&knowledgearea_list=0&speciality_knmz_list=0&syllabus_list=0&responsibility_fld=&action=subscribe&list_id=1&email=

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням сайті кафедри за посиланням: <https://k303.khai.edu/>.

10. Рекомендована література

Базова

1. Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка: Навч. видання. – Львів: Бескид Біт, 2003. — 544 с.
2. Кошовий М.Д. Проектування вимірювальних перетворювачів: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Харків: ФАКТ – Нац. аерокосмічний ун-т "Харк. авіац. ін.-т", 2000. – 152 с.
3. Шикалов В.С. Технологічні вимірювання: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К: Кондор, 2007. – 168 с
4. Черепашук Г. О. Методи вимірювання геометричних величин: лабораторний практикум / Є. Є. Калашников, В. П. Сіроклин, О. П. Потильчак. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 109 с..

Допоміжна

1. Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка: Навч. видання. – Львів: Бескид Біт, 2003. — 544 с.
2. Кошовий М.Д. Проектування вимірювальних перетворювачів: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Харків: ФАКТ – Нац. аерокосмічний ун-т "Харк. авіац. ін.-т", 2000. – 152 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Інформаційний портал кафедри 303: <https://k303.khai.edu/>