

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

Кафедра інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Євген КАЛАШНІКОВ

(ініціали та прізвище)

« 29 » 08 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ»

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 176 Мікро- та наносистемна техніка

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Мікро- та наносистемна техніка

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків 2025 рік

Розробник: к.т.н., доцент, доцент каф. №303 Анікін А. М.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості

Протокол № 1 від «21» серпня 2025 р.

Завідувач кафедри _____ к.т.н., доц.

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Віталій СІРОКЛИН

(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Здобувач групи 344



(підпис)

Павло БАЛКОВИЙ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: *Анікін Андрій Миколайович*

Посада: *доцент кафедри Інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості*

Науковий ступінь: *к. т. н.*

Вчене звання: *доцент*

Перелік дисциплін, які викладає:

основи проєктування засобів вимірювальної техніки;

проєктування інформаційно-вимірювальних систем;

проєктування засобів мікро- та наносистемної техніки;

моделі та методи створення інформаційно-вимірювальних систем

Напрями наукових досліджень:

розробка вимірювальних пристроїв;

автоматизація проєктування;

моделі та алгоритми проєктування інформаційно-вимірювальних систем;

Контактна інформація:

e-mail: a.anikin@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна</i>
Семестр	4
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 4 кредити ЄКТС / 120 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні заняття – 16; СРЗ – 72); курсний проєкт: 2 кредити ЄКТС / 60 годин (24 аудиторних, з яких: практичні заняття – 24; СРЗ – 36);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит, диф. залік (КП)
Пререквізити	іноземна мова, інженерна та комп'ютерна графіка, вища математика, алгоритмізація та програмування

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: ознайомити з видами математичних моделей та технічним забезпеченням САПР та закріплення на практиці теоретичних знань про принципи побудови інформаційно-вимірювальних приладів та систем; набуття теоретичних і практичних знань, вмінь та навичок, достатніх для застосування розробки, проектування засобів вимірювальної техніки.

Завдання: навчити прагненню реалізувати всі методики, отримані у процесі вивчення матеріалу дисципліни та сформувати практичні навички з розробки інформаційно-вимірювальних приладів та систем.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі мікро- та наносистемної техніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів автоматизації та електроніки.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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

ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово..

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК15. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

Спеціальні компетентності (ФК):

ФК2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ФК3. Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.

ФК4. Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.

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

Програмні 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.

ПРН5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки.

ПРН9. Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень.

ПРН13. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з професійних питань з дотриманням норм сучасної української ділової та професійної мови.

ПРН14. Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Процес проектування. Види. Етапи.

Тема 1.

- *Форма занять: лекції, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: визначення робочої частоти імпульсної напруги живлення рідкокристалічного індикатора.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*

Проектування. Основні поняття. Визначення. Показники та критерії якості при проектуванні. Етапи проектування. Технічне завдання. Багатоваріантність при проектуванні. Системний підхід. Висхідне і спадне, зовнішнє і внутрішнє проектування. Типові процедури проектування. Аналіз, синтез. Основні принципи проектування.

Модуль 2.

Змістовний модуль №2. Критерії й алгоритми оптимізації

Тема 2.

- *Форма занять: лекції, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: визначення робочої частоти імпульсної*

напруги живлення рідкокристалічного індикатора.

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

Оптимізація. Поняття, термінологія, визначення. Цільова функція. Обмеження. Призначення обмежень. Постановка задачі оптимізації. Види вибору. Критеріальний, вольовий, випадковий вибір. Однокритеріальна оптимізація. Приватний, адитивний, критерій. Мультиплікативний критерій. Критерій форми функції. Мінімаксний критерій. Методи експертних оцінок при визначенні вагових коефіцієнтів

Тема 3.

- Форма занять: лекції, практичне заняття, самостійна робота.

- Тема практичного заняття: визначення робочої частоти імпульсної напруги живлення рідкокристалічного індикатора.

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

Методи пошуку екстремуму. Методи безумовної оптимізації. Почергова оптимізація Методи випадкового пошуку. Метод прямого перебору, метод половинного поділу. Метод покоординатного спуску-підйому. Градієнтні методи. Етапи пошуку екстремуму в загальному виді.

Модуль 3

Змістовний модуль №3. Математичні моделі в САПР

Тема 4.

- Форма занять: лекції, практичне заняття, самостійна робота.

- Тема практичного заняття: визначення робочої частоти імпульсної напруги живлення рідкокристалічного індикатора.

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

Математичні моделі в САПР. Вимоги, пропонувані до математичних моделей у САПР. Класифікація математичних моделей САПР. Формалізація. Моделі мережного аналізу. Переваги, недоліки. Форми представлення мережі. Статистичні моделі в САПР. Імітаційне моделювання в САПР. Етапи формування математичної моделі.

Модуль 4

Змістовний модуль №4. Технічне забезпечення САПР

Тема 5.

- Форма занять: лекції, практичне заняття, самостійна робота.

- Тема практичного заняття: визначення робочої частоти імпульсної

напруги живлення рідкокристалічного індикатора.

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

САПР. Техніко-економічна ефективність САПР. Базові забезпечення САПР. Класифікація пристроїв введення, зберігання й виводу інформації в САПР.

Тема 6.

Форма занять: лекції, практичне заняття, самостійна робота.

- Тема практичного заняття: визначення робочої частоти імпульсної напруги живлення рідкокристалічного індикатора.

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

Пристрої введення інформації. Сканери. Миші. Принцип дії. Види. Основні характеристики. Достоїнства, недоліки.

Тема 7

- Форма занять: лекції, практичне заняття, самостійна робота.

- Тема практичного заняття: визначення робочої частоти імпульсної напруги живлення рідкокристалічного індикатора.

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

Пристрої зберігання інформації. Параметри зовнішніх пристроїв збереження інформації. Магнітна стрічка. Гнучкий магнітний диск. Кластер, сектор, таблиця розміщення файлів. HDD і SSD вінчестер. CD-ROM. DVD-диски. Флеш=накопичувачі. Хмарні сховища. Принцип дії. Переваги, недоліки.

Тема 8

- Форма занять: лекції, практичне заняття, самостійна робота.

- Тема практичного заняття: визначення робочої частоти імпульсної напруги живлення рідкокристалічного індикатора.

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

Пристрої виводу інформації. Класифікація пристроїв друку. Матричні принтери. Термічні принтери. Струминні принтери. Лазерні, світлодіодні принтери. 3D-принтери. Графобудівники. Акустика. РК-дисплеї. Принцип дії. Переваги, недоліки.

5. Індивідуальні завдання

Відповідно до вимог вивчення дисципліни індивідуальні завдання передбачають самостійну роботу у вигляді виконання курсового проєкту на тему, наприклад:

- "Порівняльний аналіз методів оптимізації прямого перебору та половинного поділу та Монте-Карло при проєктуванні ЗВТ",
- "Розробка програмної реалізації алгоритму знаходження мінімальної довжини ліній живлення при проєктуванні ЗВТ",
- "Оцінка складності програмного забезпечення при проєктуванні ЗВТ".

Тематика курсового проєктування спрямована на поглиблене знання базових підходів, моделей та алгоритмів, що застосовуються при проєктуванні ЗВТ.

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультації за розкладом кафедри та індивідуальні (при необхідності), самостійна робота здобувачів з інформаційними ресурсами.

7. Методи контролю

Вибіркове опитування здобувачів на лекційних заняттях, поточний контроль виконання практичних робіт, модульний контроль, семестровий контроль у вигляді іспиту та диф. заліку (КП).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання, захист лабораторних та практичних робіт	0...2	3	0...6
Модульний контроль	0...12	1	0...12
Змістовний модуль 2			
Виконання, захист лабораторних та практичних робіт	0...2	5	0...10
Модульний контроль	0...12	1	0...12
Змістовний модуль 3			
Виконання, захист лабораторних та практичних робіт	0...2	8	0...16
Модульний контроль	0...12	1	0...12
Змістовний модуль 4			
Виконання, захист лабораторних та практичних робіт	0...2	14	0...28
Модульний контроль	0...14	1	0...14
Усього за семестр			0...100

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

Білет для іспиту складається з трьох питань, два з яких теоретичні, а одне – практичне завдання. Наприклад:

1. Багатоваріантність під час проєктування. Системний підхід.
2. Критерії, що застосовуються при проєктуванні ЗВТ. Адитивний критерій.
3. Пошук екстремуму вихідної характеристики за допомогою методу половинного поділу.
або:
 1. Зовнішнє, внутрішнє, висхідне, низхідне проєктування. Переваги, недоліки.
 2. Види математичних моделей при проєктуванні ЗВТ. Класифікація математичних моделей.
 3. Сформулювати матрицю суміжності, інцидентності фрагмента структури ЗВТ.

Таблиця 8.2 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти за виконання курсової роботи (проєкту)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
0...30	0...20	0...50	100

Таблиця 8.3 – 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

8.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- процес проектування, показники і критерії якості при проектуванні. Етапи проектування;
- типові процедури проектування. аналіз, синтез. Основні принципи проектування;
- оптимізація, види вибору. Критеріальний, вольовий, випадковий вибір. мультиплікативний критерії. критерій форми функції. Мінімаксний критерій. Методи експертних оцінок при визначенні вагових коефіцієнтів;
- методи пошуку екстремуму, методи безумовної оптимізації;
- математичні моделі. Вимоги, пропоновані до математичних моделей;
- класифікація математичних моделей;
- техніко-економічна ефективність САПР. Базові забезпечення САПР;
- класифікація пристроїв введення, зберігання й виводу інформації в САПР.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- раціонально розподіляти перелік робіт на кожному етапі проектування;
- користуватися критеріями, застосовуваними при проектуванні ЗВТ;
- користуватися алгоритмами пошуку оптимальних значень вихідних характеристик;
- використовувати математичні моделі при проектуванні;
- вміти вибирати необхідну обладнання при проектуванні.

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, вміє аналізувати і систематизувати інформацію

9. Політика навчального курсу

У разі невиконання навчального плану (відсутності на лекціях, практичних чи лабораторних роботах) здобувач 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.

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

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. Анікін А.М. Основи проектування засобів вимірювальної техніки. Навчальний посібник до курсового проектування. Харків "ХАІ" 2022
2. Анікін А.М., Дергачов В.А., Чумаченко І.В., системи обробки текстів. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. ХАРКІВ "ХАІ" 1999
3. Мовчан А.П. Навчальний посібник: Методи статичної оптимізації. Навч. посіб. / Мовчан А.П., Степанець О.В. — К.: НТУУ «КПІ», 2012. — 138 с.
4. Бортнікова, В.О. Моделі та методи автоматизованого проектування технологічних процесів виготовлення мікроелектромеханічних акселерометрів [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / В.О. Бортнікова. — Харків, 2018. — 248 с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Андрусевич, А.О. Основи САПР: технічна підготовка виробництва[Текст]: навчальний посібник / Андрусевич А.О., Євсєєв В.В., Мілютіна С.С.: Київ-58, пр. Космонавта Комарова, 1, 2014. – 360 с.
2. Н. В. Богданова, О. В. Богданов. "Математичне моделювання систем і процесів". Навчальний посібник Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022 - 84с.
3. Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко, О. Ю. Софіна, and О. М. Шушура, Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник, Вінниця: ВНТУ, 2012.
4. В. М. Томашевський, О. Г. Жданова, О. О. Жолдаков, Вирішення практичних завдань методами комп'ютерного моделювання. Навч. посібник. К.: 2001
5. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. М34 Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.
6. Автоматизація технічної підготовки виробництва : навч. посіб. / П. М. Павленко, Є. І. Яблочников, Ю. А. Буренников, Л. Г. Козлов. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 114 с.

Допоміжна

1. Гліненко Л. К. Основи моделювання технічних систем: навч. посіб. для студ. ВНЗ / Л. К. Гліненко, О. Г. Сухоносів. – Львів : Бескид Біт, 2003. – 176 с.
2. Лебідь Р. Д. Математичні методи в моделюванні систем: навч. посіб. для студ. втузів / Р. Д. Лебідь, І. А. Жуков, М. М. Гузій. – К. : КМУЦА, 2000. – 158 с.
3. Томашевський В. М. Моделювання систем: підруч. для студ. ВНЗ / за заг. ред. М. З. Згуровського. – К. : Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.
4. Томашевський В. М. Вирішення практичних завдань методами комп'ютерного моделювання / В. М. Томашевський, О. Г. Жданова, О. О. Жолдаков. – К. : Корнійчук, 2001. – 267 с.
5. Павленко П. М. Основи математичного моделювання систем і процесів : навч. посіб. / П. М. Павленко. – К. : НАУ, 2014. – 274 с.
6. Пальчевський Б. О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проєктування, оптимізація): навч. посіб. / Б. О. Пальчевський. – Львів : Світ, 2001. – 232 с.

12. Інформаційні ресурси

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