

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

**Кафедра «Теоретичної механіки машинознавства та роботомеханічних систем» (№202)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми  
\_\_\_\_\_ Олег Чугай

« 26 » 11 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Особливості використання мікро та наноструктур у вимірювальній техніці**  
(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** 15 «Автоматизація та приладобудування»

**Спеціальність:** 153 «Мікро та наносистемна техніка»

**Освітня програма:** Мікро та наносистемна техніка

**Форма навчання:** денна

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Харків 2024 рік**

Розробник: старший викладач каф. 202  
(Посада, науковий ступінь, вчене звання)



підпис


Олександр Белявський  
імя та прізвище

Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем (202)

(Назва кафедри)

Протокол №10 від 27 червня 2024 р.

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



підпис

Олег Баранов  
ім'я та прізвище

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування Показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<b>Галузь знань</b>  <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u> (шифр і назва)	Обов'язкова дисципліна
Модулів – 1		<b>Навчальний рік</b> 2024/2025
Змістових модулів – 2		<b>Семестр 6</b>
Загальна кількість годин – 120 з них аудиторних – 56	<b><u>Спеціальність</u></b>  <u>153 «Мікро- та наносистемна техніка»</u>	<b>Лекції</b>  40 год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3.5 самостійної роботи студента – 4		<b><u>Освітня програма</u></b> <u>Мікро та наносистемна техніка</u>
	<b>Лабораторні роботи –</b>	
	<b>Рівень вищої освіти:</b> <u>перший (бакалаврський)</u>	<b>Самостійна робота</b> 64 години
		<b>Види контролю</b> Модульний контроль, іспит

### Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 56/64

\*Аудиторне навантаження може бути збільшене, або зменшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою навчальної дисципліни** «Особливості використання мікро та наноструктур у вимірювальній техніці» набуття теоретичних і практичних знань та вмінь, навичок та інших компетентностей, достатніх для застосування матеріалів та технологій, вирішення спеціалізованих практичних та технологічних задач розробки, проектування, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування, ремонту та модернізації електронних пристроїв різного призначення, а також мікро- та наносистемної техніки.

**Основними завданнями вивчення дисципліни** «Особливості використання мікро та наноструктур у вимірювальній техніці» є фізичні процеси і явища, на яких ґрунтується функціонування мікро- та наносистем; властивості матеріалів мікро- і наноелектроніки, технологічні процеси, принцип дії електронних компонентів, типових функціональних схем пристроїв; матеріали і технології для виготовлення електронних приладів, мікро- та наносистемної техніки різного призначення.

**Програмні результати навчання.**

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми результатами навчання є:

- ПРН1 – Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації;
- ПРН7 – Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів;
- ПРН8 – Будувати та ідентифікувати математичні моделі технологічних об'єктів, використовувати їх при розробці нової мікро- та наносистемної техніки та виборі оптимальних рішень.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких загальних компетентностей:

- ЗК1 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК6 – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- ЗК7 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- ЗК11 – здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

**фахових компетентностей:**

- ФК1 – Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки;
- ФК5 – Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у мікро- та наносистемній техніці за допомогою побудови і аналізу їх фізичних і математичних моделей;
- ФК6 – Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці приладів фізичного та біомедичного призначення;
- ФК8 – Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем;
- ФК13 – Знати загальні закономірності та правила вимірювань, методи забезпечення достовірності та єдності вимірювань.

**Міждисциплінарні зв'язки:** фізика, хімія напівпровідників, моделювання та дослідження технічних систем, інформаційні пристрої технічних систем.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1. (20 годин) Інформаційні пристрої систем автоматики.

##### Тема 1. Вступ. (4 години)

**Мета лекцій:** надання обсягу знань з огляду на сучасні методи вимірювань технічних параметрів технологічних процесів з використанням мікро та наноструктурних перетворювачів даних.

- 1.1. Функції та задачі вимірювальних систем мікро та наносистемного спектру дії.
- 1.2. Сучасні галузеві потреби з метрологічного забезпечення засобів мікро та наносистемного діапазону вимірювань.
- 1.3. Промислові засоби та методологія вирішення задач метрологічного забезпечення ідентифікаційної техніки мікро та нанодіапазону.
- 1.4. Біонічні аспекти сенсорних систем автоматики. Структурні особливості функціонування тактильної та зорової сенсорних систем людини. Функціонування апарату нюхових функцій.
- 1.5. Використання вимірювань у медицині та військовій справі. (Воротников С.)

Самостійно: Фундаментальні принципи керування (ФПК).

- 1.1. \* Принцип розімкненого керування. Принцип компенсації. Принцип регулювання із зворотнім зв'язком.
- 1.2.\* Види автоматичного управління. Стабілізація. Програмне управління. Екстремальне управління. Управління за координатою та часом, параметричне управління.

1.3.\* Алгоритми стабілізації заданого технологічного параметру.

1.4.\* Вимірювальні системи з використанням принципів стабілізації. Структура сучасних систем автоматичного вимірювання.

**Тема 2.** Структурне моделювання вимірювальних систем. (4 годин)

**Мета лекції:** введення сучасного математичного апарату обчислення та моделювання вимірювальних систем (ВС).

2.1. Структурне моделювання вимірюв. приладів та ВС. Середовище MATLAB-SIMULINK.

2.2. Математичне моделювання вимірювальної системи, як ТС з обмеженою пропускну здатністю та зворотним зв'язком.

2.3. Моделювання алгоритмів збору та обробки вимірювальних даних.

2.4. Сенсори та первинні вимірювальні перетворювачі (ВП) інформації.

2.5. Типи вимірювальних перетворювачів. ВП прямої та непрямої дії, ВП з компенсацією. Мостовий логометричний ВП.

2.6. Вторинне перетворення інформації.

2.7. Телеметричний канал передачі даних.

Самостійно:

2.1.\* Пропорційна, інтегруюча та диференційна ланки.

2.2.\* Аперіодична, коливальні та консервативні ланки другого порядку.

2.3.\* Характеристики типових ланок САК та їх взаємодія в колі системи керування.

2.4.\* Дискретні математичні моделі базових ланок систем автоматики. (Ворон. с. 5...15)

**Тема 3.** Математичне обчислення ІВС (4 години)

**Мета лекції:** надання методів статистичного аналізу здобутої інформації як реалізації випадкового процесу.

3.1. Інформаційно-вимірювальна система, як об'єкт автоматизації.

3.2. Експериментальні апроксимативні математичні моделі в ІВС.

3.3. Імовірнісні характеристики випадкових процесів. Ентропія як кількісна міра інформації. Фрактальна міра та її використання у ідентифікації природних об'єктів.

3.4. Методи надання даних в ІВС. Кодування даних.

Самостійно:

3.1.\* Статистичні оцінки та їх характеристики: незміщеність, ефективність, добротність (состоятельность).

3.2.\* А/Ц та Ц/А перетворення даних (Львівська Політехніка. с.5...11)

**Тема 4.** Сенсорні пристрої систем автоматики (3 години)

**Мета лекції:** вивчення методів вимірювань та сенсорних пристроїв автоматики прикладного призначення

4.1. Тактильні сенсорні пристрої автоматики.

4.2. Резистивні датчики сил та моментів.

4.3. Магніторезистивні та холловські датчики поля.

4.4. Індуктивні (індуктосини, магнесини, ОТ) та ємнісні датчики систем автоматики.

4.5. Ультразвукові сенсори. Акустичні сенсорні системи;

4.6. Радіовимірювальні системи ідентифікації

(Воротн. С.А., «Інформаційні пристрої робототехнічних систем»)

**Тема 5.** Системи технічного зору (3 години)

**Мета лекції:** розгляд принципу дії оптичних сенсорів та методів їх застосування.

5.1. Оптичні сенсори та сенсорні системи.

- лазерний вимірювач дальності (інтерферометр);
- фоторастрові вимірювальні пристрої ;
- оптичні системи типу «оптопара»;
- фотоколориметричні дослідження.

5.2. Повний телевізійний сигнал (ПТС). Пристрої обробки ПТС.

5.3. Інформаційні системи технічного зору.

- ідентифікація зображення;
- ідентифікація кольору;
- ідентифікація форми;
- кореляційна вимірювальна система штучного зору. (Воротн. С.А.)

**Тема 6\*. Модульний контроль (І) (2 години) Інформаційні масиви та їх передача (телеметрія)\***

**Мета лекції:** надання методів передачі інформації каналами телеметричного зв'язку.

6.1.\* Види інформації та методи її перетворення та відображення у телеметричних системах.

6.2.\* Інформаційні масиви, типи сигналів та методи їх кодування.

6.3.\* Методи аналого/цифрового перетворення та кодування інформації. ЛР2, ЛР5

6.4.\* Телеметричні канали завадостійкої передачі даних.

а) тактильна ідентифікація; провідні системи передачі даних МП;

б) оптичні системи та засоби передачі інформації (аналоговий сигнал, лазерні системи, системи оптичного сканування, телевізійні системи – QR-код, відеосигнал);

г) радіотехнічні мережі (Wi-Fi, ETHERNET, MODBUS, GPRS);

д) магнітні системи збору та передачі даних; е) УЗ інформаційні системи;

ж) FLASH – накопичувачі даних: ISO7816, DS1990, I2C\_ROM (24C02 e.t.c.).

**Змістовний модуль № 2. (20 годин) Мікро та нанотехнології у вимірювальній техніці.**

**Тема 7. Розвиток та сучасний стан мікроінтегральної електронної бази обчислювальної та вимірювальної техніки. (2 години)**

**Мета:** надання базових знань в області проектування та виробництва мікроінтегральних елементів.

7.1. Історичні відомості в області створення мікроінтегральних засобів обчислювальної та вимірювальної техніки.

7.2. Активні мікроінтегральні компоненти та методи їх виробництва та застосування.

7.3. Пасивні мікроінтегральні компоненти.

7.4. Гібридні та плівкові інтегральні компоненти.

7.5. Підсумки.

Питання та завдання студентам.

**Тема 8. Електронна мікроскопія. (2 години)**

**Мета:** надання знань в області інструментальних досліджень об'єктів мікрровиміру.

8.1. Фізичні явища електронної мікроскопії. Термоелектронна емісія. Вторинна ел.емісія.

8.2. Растровий електронний мікроскоп (РЕМ).

8.3. Атомно-силова мікроскопія (АСМ).

8.4. Магнітна силова мікроскопія (МСМ).

8.5. Електронна Оже- (Auger) спектроскопія.

8.5. Якісні та кількісні дослідження в електронній мікроскопії.

8.6. Високоенергетична (резерфордівська) атомна мікроскопія.

Питання та завдання студентам.

Види електронної мікроскопії та її розподіл за роздільною здатністю та енергією променя.

## **Тема 9. Нанодротяні сенсорні пристрої та методи їх використання у ВТ (4 години)**

**Мета:** надання знань в області створення та використання нанодротяних сенсорних пристроїв.

- 9.1. Загальні проблеми хімічних та біологічних сенсорів.
- 9.2. Фізичні принципи роботи хімічних та біологічних сенсорів.
- 9.3. Нанодроти та методи їх отримання.
- 9.4. Хімічні та біологічні нанодоротові сенсори та їх застосування.
- 9.5. Енергозабезпечення нанодротючих сенсорних систем.

Питання та завдання студентам.

- 9.1\*. Досягнення в галузі хімічної метрології що пов'язані з використанням наносенсорів.
- 9.2\*. Бездротова Рн- метрія.
- 9.3\*. Акустично-спектральні методи ідентифікації хімічних речовин.

## **Тема 10. Резонансно-тунельні діоди (РТД) та пристрої на їх основі. (4 години)**

**Мета:** надання базових знань в області проектування та застосування гетерогенних напівпровідникових наноструктур у інтегральній мікросхемотехніці.

- 10.1. Історичні відомості в області створення гетерогенних напівпровідникових структур. (Жорес Алфьоров).
- 10.2. Застосування РТД у логічних схемах.
- 10.3. Генераторні схеми на базі РТД.
- 10.4. Пристрої А/Ц перетворення даних на базі РТД.
- 10.5. Підсумки.

Питання та завдання студентам.

- 10.1\*. Розрахунок генеруючого (підсилюючого) каскада на ТД.
- 10.2\*. Аксіоми та співвідношення булевої алгебри.
- 10.3\*. Генерація сигналів вкрай високих частот.

## **Тема 11. Статистичні методи оцінювання структурних параметрів кристалічних мікро та наноструктур. (2 години)**

**Мета лекції:** надання методів використання фрактальних статистичних оцінок у метрологічному забезпеченні вимірювань.

- 11.1. Математичний апарат фрактальної міри. Фрактальна міра Безіковича.
- 11.2. Кореляційна фрактальна міра Г. О. Сергеева.
- 11.3. Енергетичний спектр як засіб оцінювання реалізації випадкового процесу (ВП).
- 11.4. Фрактальна міра, як інтегральний критерій оцінки топології поверхні кристала.

## **Тема 12. Біофізичні системи (БС) та методи ідентифікації процесів у БС.**

**Мета лекції:** розгляд властивостей біофізичних вимірювальних наносистем, їх технічних характеристик та сфери застосування. (2 години)

- 12.1. ЯКР, ЯМР та ЕПР методи ідентифікації процесів мікро та нанорівня в розчинах та біологічних тканинах БС.
- 12.2. Методи та засоби оцінювання індекса РН водного розчину хімічної речовини.
- 12.3. Методи іонселективної фільтрації технічної рідини.

Питання та завдання студентам:

Що розуміють під методом ЯМР?

Які засоби та методи досліджень рідини передбачає ЯМР дослідження?

Що розуміють під індексом рН водного розчину речовини?

Які сучасні методи використовуються при визначенні рН середовища?

## **Тема 13. Оптичні системи та методи ідентифікації в мікро та нановимірювальній техніці.**



**Мета лекції: вивчення властивостей оптичних вимірювальних систем, їх технічних характеристик та сфер застосування. (2 години)**

13.1. Оптичні системи ідентифікації на базі СТЗ.

13.2. Ультразвукові сенсорні системи. Акустооптичні системи, як системи технічного зору.

13.3. Розпізнавання та ідентифікація об'єктів спостереження.

Питання та завдання студентам:

13.1\*. Методи управління автоматичним обладнанням.

13.2\*. ППД - регулювання. Цифровий та мікропроцесорний регулятор.

13.3\*. Методи пропорційного управління об'єктами промислової автоматики.

13.4\*. Релейний, частотно-імпульсний та широтно-імпульсний регулятори.

**Тема 14. Апаратне забезпечення вимірювань. (2 години)**

**Мета лекції: вивчення відомостей про ПЛК, як засіб автоматизації вимірювальних систем автоматики. Модульний контроль (II).**

14.1. ПЛК, як засоби первинних ланок автоматизації ТО. Магістрально-модульні крейтові системи збору даних.

14.2. Технологічні мікроЕОМ та мікроконтролери (Unitronix, Allien Bradley, Mitsubishi).

ПЛС – пристрої автоматики.

14.3. \*Ієрархічна структура засобів автоматичного керування ГАВ.

14.4. \*Приклади функціональної організації апаратури нижнього рівня керування.

\* Питання для самостійного вивчення

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин (денна форма)				
	усього	у тому числі			
		Л	П	Лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Інформаційні пристрої систем автоматики</b>					
Тема 1. Вступна лекція	8	4	2	HEM	2S1
Тема 2. Структурне моделювання інформаційно- вимірювальних систем (ІВС)	8	4	2	HEM	2S1
Тема 3. Математичне обчислення ІВС	10	4	2	PM	4S1
Тема 4. Сенсорні пристрої систем автоматики	10	3	1	PM	6S3
Тема 5. Системи технічного зору	10	3	2	TF	6S3
Тема 6. Модульний контроль (I)	11	2	1	TF	8S2
Разом за змістовним модулем 1	58	20	10		<b>28</b>
<b>Змістовий модуль 2. Мікро та нанотехнології у вимірювальній техніці.</b>					
Тема 7. Розвиток та сучасний стан мікроінтегральної електронної бази обчислювальної та вимірювальної техніки (BT).	6	2	1	ADC	-
Тема 8. Електронна мікроскопія.	8	2	1	ADC	5S4
Тема 9. Нанодротяні сенсорні пристрої та методи їх використання у BT.	8	4	1	ADC	5S5
Тема 10. Резонансно-тунельні діоди (РТД) та пристрої на їх основі. Гетерогенні н/п.	8	4	1	FBD	5S5
Тема 11. Статистичні методи оцінювання структурних параметрів кристалічних мікро та наноструктур.	8	2	1	FBD	5S6
Тема 12. Біофізичні системи (БС) та методи ідентифікації процесів у БС.	8	2	1	FBD	



Тема 13. Оптичні системи та методи ідентиф. в мікро та нановимірювальній техніці.	8	2	-		5S7
Тема 14. Модульний контроль (II)	3	2	-		5S7
Разом за змістовним модулем 2	56	20	7		30
Разом за семестр	<b>114</b>	<b>40</b>	<b>16</b>		<b>58</b>
Модуль 2					
Індивідуальне завдання (РГР)	6	-	-	-	6
Контрольний захід (іспит)					
Усього годин	<b>120</b>	<b>40</b>	<b>16</b>		<b>64</b>

#### 5. Теми семінарських занять

№з/п	Назва теми	Кількість годин

#### 6. Теми лабораторних занять

№з/п	Назва теми	Кількість годин
1*	Вивчення системи керування пневматичним обладнанням P8	0

#### 7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин	
1	Дослідження навантажувальної характеристики ПМ MASM-200	PM	3
2	Розробка моделі компенсаційного вимірювального перетворювача	TF	3
3	Синтез алгоритмів та пристроїв керування засобами упорядкування технологічного середовища.	FBD	3
4	Моделювання заводостійкого інтерфейсу телеметричного каналу передачі вимірювальних даних	HEM	4
5	Моделювання аналого/цифрового перетворювача даних	ADC	3
	Разом за семестр		16

\* теми самостійного вивчення

#### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин	
1	Сенсорні пристрої систем автоматики. Резистивні сенсори.	S1	8
2	Магнітометричні вимірювальні системи та перетворювачі	S2	8
3	Системи технічного зору	S3	12
4	Фізичні явища електронної мікроскопії	S4	5
5	Хімічні наносенсорні системи	S5	10
6	Статистичні оцінки, їх властивості та застосування	S6	5
7	Алгоритми розпізнавання образів	S7	10
	Разом за семестр		58

#### 9. Індивідуальне завдання

1. Моделювання резистивного розподільвача напруги та дослідження лінійності його передавальної характеристики (MATLAB). 6 год.

#### 10. Методи навчання

Проведення лекційних та практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), участь у студентських конференціях.

## 11. Методи контролю

- індивідуальне вирішення тестових завдань;
- розв'язання аналітичних задач й ситуацій;
- участь в обговоренні питань, що виносяться на практичні заняття;
- проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

Семестровий контроль проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до контролю у вигляді **письмового іспиту** (комплексне завдання, яке містить 2 теоретичних питання які оцінюються максимальною оцінкою до 30 балів та практичне завдання – до 40). При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

## 12 Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1 Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання та захист практичних робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...30	1	0...25
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання та захист практичних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...30	1	0...25
РГР	0...15	1	0...15
<b>Всього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів. Білет складатиметься з одного теоретичного та одного практичного запитання. Відповідно 40/60. Максимальна оцінка 40+60 = 100.

### 12.2 Якісні критерії оцінювання

#### **Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:**

- принципи організації інформаційно-вимірювальних систем у приладобудуванні;
- принципи дії та методи застосування датчиків та первинних вимірювальних перетворювачів до них з використанням мікро та нано-сенсорів;
- методи кодування та передачі даних телеметричними каналами ІВС.
- володіння проблематикою застосування нанотехнологій та вимірювальних пристроїв на їх основі.

#### **Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:**

- застосовувати сенсорні засоби ідентифікації технологічних процесів та наукових досліджень;
- розробляти математичні моделі та алгоритмічне забезпечення до мікропроцесорних систем керування вимірювальними пристроями автоматики;
- аналізувати якісну та кількісну достовірність даних, що отримані в ході вимірювань;
- прогнозувати розвиток використання нанопристроїв у наукових і технологічних вимірюваннях.

### 12.3. Критерії роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Виявити мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Мати уявлення про основні функціональні завдання логістики, логістичні концепції і технології. Мати уявлення про основні питання теорії вимірювань, основні типи сенсорів та методи вимірювань фізичних величин технологічних процесів виробництва вимірювальних пристроїв. Користуватися теорією, методами і прийомами прийняття ефективних рішень, що зустрічаються в теорії й на практиці.

**Добре (75-89).** Твердо знати мінімум, захистити всі практичні та індивідуальні завдання, здати тестування та самостійну роботу. Знати структурну організацію, та методи застосування спеціалізованої вимірювальної техніки (електронна мікроскопія); володіти методами аналізу експериментальних даних і методами побудови на їх основі математичних моделей розглянутих явищ, зокрема при використанні методів статистичної обробки даних і новітніх технологій надання результатів досліджень. Володіти методами автоматизації експеримента.

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

### 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

### 12.4. Контрольні питання до модуля 1.

1. Типові технології вимірювань в науковій та виробничій сфері та засоби їх автоматизації.
2. Інформаційно-вимірювальні системи та їх функції у СК технологічними процесами (ТП).
3. Ентропія, як міра кількості вимірювальної інформації. Теорема Шенона.
4. Види вимірювань та вимірювальних перетворювачів.
5. Сталість вимірювального перетворювача компенсаційного типу.
6. Тактильні сенсорні пристрої систем автоматики. Тактильний зір. Забезпечення точності та продуктивності складальних операцій.
7. Принципи роботи індуктивних та ємнісних сенсорів та вимірювальних перетворювачів до них. Компенсаційні вимірювання на змінному струмі.
8. Методи вимірювання сил та моментів. Тензометричні вимірювальні перетворювачі.
9. Електромагнітні та магнітні вимірювання в техніці.
10. Оптичні системи ідентифікації та їх використання в нанотехнологіях. СТЗ.
11. Світлові величини та одиниці їх виміру.
12. Методи фотометричних вимірювань.
13. Лазерні (Л) вимірювальні пристрої та методи вимірювань. Л-інтерферометр. ЛФД.
14. Характеристики наноінтегральних відеосенсорів СТЗ : ПЗС-матриця, відикон.
15. Передача TV-зображення. Стандарт ПТС. Приймач TV-сигналу.
16. Датчики та первинні вимірювальні перетворювачі інформації.
17. Похибки вимірювальних систем.
18. Ймовірно-статистичні оцінки та їх використання в практиці вимірювань.
19. Спектрально-кореляційний аналіз та його прикладне використання в практиці ідентифікації об'єктів макро і мікросвіту.

20. Адаптивні моделі прогнозування з використанням авторегресійних залежностей.
21. Методи оцінювання адекватності математичних моделей.
22. Фундаментальні принципи керування та їх використання у вимірювальній техніці. Принцип розімкненого керування. Принцип компенсації. Принцип регулювання із зворотним зв'язком.
23. Види автоматичного управління. Стабілізація. Програмне управління. Екстремальне управління.
24. Базові ланки систем автоматизації. Пропорційна, інтегруюча та диференціальна ланки. Аперіодична, коливальна та консервативна ланки другого порядку.
25. Зворотній зв'язок та його дія на вимірювальну систему. Види зворотнього зв'язку.
26. Математичне моделювання процесів перетворення даних у вимірювальних системах.

### **Контрольні питання до модуля 2.**

1. Види інформації та методи її перетворення.
2. Інформаційні масиви та типи сигналів технічних систем.
3. Методи завадостійкого кодування даних.
4. Електронна мікроскопія та її різновиди:
  - 4.1. Растрова мікроскопія (РЕМ, РСМ);
  - 4.2. Тунельно-зондова і атомно-силова мікроскопія (АСМ);
  - 4.3. Магнітна силова мікроскопія (МСМ);
  - 4.4. Електронна Оже- (Auger) мікроскопія;
  - 4.5. Високоенергетична резерфордівська мікроскопія.
5. Методи аналого/цифрового перетворення та кодування даних:
  - 5.1. інтегруючі а/ц перетворювачі (ПНЧ);
  - 5.2. перетворювачі послідовного наближення;
  - 5.3. перетворювач подвійного інтегрування;
  - 5.4. дельта-перетворювач.
6. Методи вимірювань кутових та лінійних відстаней в нанотехнологіях.
7. Математичне моделювання компенсаційних вимірювальних систем.
8. Гетерогенні напівпроїдникові наноструктури та їх використання в техніці.
9. Резонансно-тунельний діод та його використання в техніці надвисоких частот.
10. Генерація сигналів субміліметрового діапазону. Схемотехніка, методи та засоби ідентифікації процесів генерації сигналів надвисоких частот.
11. Проблематика та схемотехніка логічних нано-елементів субміліметрового діапазону.
12. Нанодротяні сенсори та методи їх отримання.
13. Методи використання нанодротяних сенсорів із залученням мікроінтегральних МДНП-технологій.
14. Біологічно-активні нано-сенсори, методи їх побудови та застосування.
15. Методи вимірювання кислотно-лужного балансу середовища з використанням наносенсорів.
16. Кореляційно- спектральні методи оцінювання структурних параметрів кристалічних мікро та наноструктур.
17. Біофізичні системи та методи оцінювання їх параметрів. ЯКР, ЯМР та ЕПР спектрометрія. рН- метрія водних розчинів.
18. Ідентифікація об'єктів мікровиміру на базі використання СТЗ.
19. Програмовані логічні контролери, як база автоматизації вимірювальних систем автоматизації.

### **13. Методичне забезпечення**

1. Робоча програма, конспект лекцій, та методичні рекомендації з практичних та лабораторних занять знаходяться у системі <http://MENTOR.khai.edu> і доступні студентам. Посібник [1] з дисципліни «Телематика та ідентифікаційна техніка» розміщений на сайті університету <http://library.khai.edu/avtori>, <http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/>.

## 14. Рекомендована література

### Базова література.

1. М. К. Філяшкін. Мікроелектромеханічні системи. Навчальний посібник – К.: НАУ, 2019. – 276 с. ISBN 978-966-932-123-7
2. І. Ю. Проценко. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці. Підручник. – Суми : Сумський державний університет, 2017 –155 с.
3. О. В. Белявський, І.П. Бойчук, І.О. Сипченко. Пристрої електроніки та автоматики. Навчальний посібник. Харків, Нац. аерокосміч. університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2013, - 80с.
4. О. В. Белявський, І. В. Буняєва, І. О. Сипченко. Основи цифрової схемотехніки. Навчальний посібник. Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2012, - 80с.
5. В.Ю.Кучерук, В.О.Поджаренко, П.І.Кулаков. Програмування логічних контролерів Schneider Electric. Навчальний посібник. – Вінниця: ВДГУ, 2001. - 134 с.

### Допоміжна література.

1. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навч. посібник / Т. П. Павленко, В. М. Шавкун, О. С. Козлова, Н. П. Лукашова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 116 с. ISBN 978-966-695-502-2.
2. Вимірювальна техніка та метрологія. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Випуск 74. Львів: Видавництво «Львівська Політехніка», 2013, -172с.
3. Основи метрології і електричних вимірювань. Навчальний посібник до самостійного вивчення курсу для студентів спеціальності 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” денної та заочної форм навчання. Уклад: Н.В. Єрмілова, С.Г. Кислиця. – Полтава: ПолтНТУ, 2017. - 141 с.
4. Нестерчук Д.М. Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології: конспект лекцій/ Д.М.Нестерчук. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. - 256 с.
5. Lee C. S. G., Gonzales R. C., Fu K. S. Tutorial on Robotics. IEEE Computer press, by McGraw-Hill 1987, -624s. ISBN 0-07-022625-3.
6. Jurgen Altmann. Military Nanotechnology. Potential applications and preventive armscontrol. Published by Routledge, a member of the Taylor & Francis Group, 2006,- 424s. ISBN 0-415-37102-3.

## 15. Інформаційні ресурси

<https://education.khai.edu/department/202>

<https://k202.tilda.ws/>