

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

Кафедра інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

Г.О Черепашук.  
(ініціали) (ініціали та прізвище)

«31» 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Температурні вимірювання**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Метрологічне забезпечення випробувань та якості продукції  
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

**Харків 2021 рік**

Розробник: Є.Є. Калашніков, к.т.н., доцент  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості  
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 27 » 08 2021 р.

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

  
(підпис)

В.П. Сіроклин  
(ініціали 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> <small>(шифр та найменування)</small>  <b>Спеціальність</b> <u>152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка</u> <small>(код та найменування)</small>  <b>Освітня програма</b> <u>Метрологічне забезпечення випробувань та якості продукції</u> <small>(найменування)</small>  <b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)	Вибіркова
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістових модулів – 4		2021/2022
Індивідуальне завдання: <u>Огляд сучасних пристроїв вимірювання заданого параметра</u> <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 56/80		5-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5		<b>Лекції</b> <sup>1)</sup>
		<u>40</u> годин
	<b>Практичні, семінарські</b> <sup>1)</sup>	
	<u>   </u> годин	
	<b>Лабораторні</b> <sup>1)</sup>	
	<u>16</u> годин	
	<b>Самостійна робота</b>	
	<u>80</u> годин	
	–	
	<b>Вид контролю</b>	
	Вид контролю: іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – *кількість годин аудиторних занять/ кількість годин самостійної роботи*  $56/80 = 0,70$ ;

<sup>\*)</sup> Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета навчальної дисципліни** – дати студентам комплекс знань по методам, засобам і метрологічному забезпеченню вимірів температури.

**Завдання навчальної дисципліни** – дати знання принципів вимірювання температури контактним та безконтактним

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** основні принципи вимірювання температури; контактні та безконтактні способи вимірювання температури; основні джерела похибок при вимірюванні температури; схеми побудови поширених засобів вимірювання температури; метрологічні характеристики, що нормуються для вимірювачів температури; методуку використання поширених засобів вимірювання температури; методуку проектування поширених засобів вимірювання температури; методуку аналізу характеристик поширених засобів вимірювання температури;

**вміти:** вибрати принцип роботи засоба вимірювання, що проектується для вимірювання температури контактним чи безконтактним способом; аналізувати і оцінювати метрологічні характеристики засобів вимірювання температури; на основі вимог до якості вимірювань вибрати структуру і складати функціональну схему засобів вимірювання температури для вимірювання температури контактним чи безконтактним способом; проектувати засоби вимірювання температури контактним чи безконтактним способом.

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

- ЗК1. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.
- ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК6. Навички здійснення безпечної діяльності.
- ЗК7. Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК10. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ФК1. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання.
- ФК2. Здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи.
- ФК3. Здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки.
- ФК5. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів.
- ФК6. Здатність виконувати технічні операції при випробуванні, повірці, калібруванні та інших операціях метрологічної діяльності.

- ФК7. Здатність до забезпечення метрологічного супроводу технологічних процесів та сертифікаційних випробувань.
- ФК8. Здатність здійснювати технічні заходи із забезпечення метрологічної простежуваності, правильності, повторюваності та відтворюваності результатів вимірювань і випробувань за міжнародними стандартами.
- ФК10. Здатність розробляти нормативну та методичну базу для забезпечування якості та технічного регулювання та розробляти науково-технічні засади систем управління якістю та сертифікаційних випробувань.
- ФК13. Здатність аналізувати властивості конструкційних та електротехнічних матеріалів та користуватися довідниками з інформацією щодо сучасного сортаменту матеріалів.
- ФК 17. Мати здатність застосовувати практичні навички для розв'язання типових задач зі спеціальності.
- ФК 18. Мати здатність застосовувати професійно-профільовані знання для вирішення задач зі спеціальності.

#### **Програмні результати навчання:**

- ПРН1. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки.
- ПРН2. Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту.
- ПРН4. Вміти вибирати, виходячи з технічної задачі, стандартизований метод оцінювання та вимірювального контролю характерних властивостей продукції та параметрів технологічних процесів.
- ПРН6. Вміти використовувати інформаційні технології при розробці програмного забезпечення для опрацювання вимірювальної інформації.
- ПРН8. Вміти організовувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування.
- ПРН9. Розуміти застосовуванні методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання.
- ПРН11. Знати стандарти з метрології, засобів вимірювальної техніки та метрологічного забезпечення якості продукції.
- ПРН12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.
- ПРН13. Знати та вміти застосовувати сучасні інформаційні технології для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.
- ПРН14. Вміти організувати процедуру вимірювання, калібрування, випробувань при роботі в групі або окремо.

**Міждисциплінарні зв'язки:** фізика, електронні пристрої інформаційно-вимірювальної техніки, основи проектування засобів вимірювальної техніки, електронна та мікропроцесорна техніка.

### 3. Програма навчальної дисципліни

**Змістовний модуль №1.** Основні визначення вимірювань температури. Скляні, манометричні, дилатометричні та біметалеві термометри.

**Тема 1.** Предмет дисципліни, його короткий зміст і місце в системі інженерних дисциплін. Температурні шкали.

**Тема 2.** Класифікація приладів для вимірювання температур контактним чи безконтактним способом.

**Тема 3.** Термометри, принцип дії яких полягає в розширенні та зміні тиску робочої речовини. Термометри скляні рідинні.

**Тема 4.** Лабораторні рідинні термометри. Ртутні технічні термометри. Технічні термометри електростатичні.

**Тема 5.** Зміщення нульової відмітки. Введення поправки до показань термометра.

**Тема 6.** Термометри манометричні. Загальні відомості та принцип дії термометрів.

**Тема 7.** Газові манометричні термометри. Конденсаційні манометричні термометри.

**Тема 8.** Рідинні манометричні термометри. Повірка манометричних термометрів.

**Тема 9.** Дилатометричні та біметалеві термометри, принцип дії.

**Змістовний модуль №2** Термоелектричні термометри.

**Тема 10.** Термоелектричні термометри. Термоелектричний ефект.

**Тема 11.** Включення третього провідника до ланки термоелектричного перетворювача.

**Тема 12.** Введення поправки на температуру вільних кінців.

**Тема 13.** Типи термопар. Термоелектродні матеріали, що застосовують.

**Тема 14.** Термобатарей та диференційний термоелектричний перетворювач.

**Тема 15** Способи компенсації зміни температури вільних кінців термоелектричного перетворювача.

**Тема 16.** Прилади для вимірювання термоелектрорушійної сили. Магнітоелектричні мілівольтметри. Потенціометри.

**Змістовний модуль №3** Термометри опору. Особливості вимірюванні температури газів, парі та рідин.

**Тема 17.** Термометри опору. Загальні відомості, принцип дії термометрів опору.

**Тема 18.** Матеріали що застосовуються при виготовленні термометрів опору.

**Тема 19.** Вимірювальні прилади термометрів опору. Урівноважені (автоматичні та неавтоматичні) мости. Логометри.

**Тема 20.** Загальні умови вимірювання температури контактними термоперетворювачами. Вимірювання температури твердих тіл та поверхонь.

**Тема 21.** Вимірювання температур газових потоків.

**Тема 22.** Вимірювання температур рідин. Встановлення термоприймачів при вимірюванні температури газів, парі та рідин.

**Тема 23.** Методичні похибки вимірювання температури поверхонь, рідин, газових потоків.

**Змістовний модуль №4** Основи безконтактного вимірювання температури.

**Тема 24.** Теоретичні основи безконтактного вимірювання температури.

**Тема 25.** Яркісна температура тіла. Радіаційна температура тіла.

**Тема 26.** Принцип дії оптичних пірометрів, пірометрів часткового випромінювання (квазімонохроматичних) та повного випромінювання (радіаційних).

**Тема 27.** Тепловізори. Принцип дії тепловізорів різних поколінь. Матричні тепловізори (останнього покоління). Типи матричних приймачів випромінювання та їх принципи дії.

**Тема 28.** Фактори що впливають на точність безконтактного вимірювання температури. Методи зменшення методичної похибки вимірювань безконтактного вимірювання температури.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1</b>						
Змістовний модуль 1. Основні визначення вимірювань температури. Скляні, манометричні, дилатометричні та біметалеві термометри.						
Тема 1. Предмет дисципліни, його короткий зміст і місце в системі інженерних дисциплін. Температурні шкали.	3	1				2
Тема 2. Класифікація приладів для вимірювання температур контактним чи безконтактним способом.	4	1				3
Тема 3. Термометри, принцип дії яких полягає в розширенні та зміні тиску робочої речовини. Термометри скляні рідинні.	4	1				3
Тема 4. Лабораторні рідинні термометри. Ртутні технічні термометри. Технічні термометри електроконтактні.	4	1				3
Тема 5. Зміщення нульової відмітки. Введення поправки до показань термометра.	5	1		1		3
Тема 6. Термометри манометричні. Загальні відомості та принцип дії термометрів.	4	1		1		2
Тема 7. Газові манометричні термометри. Конденсаційні манометричні термометри.	6	2		2		2
Тема 8. Рідинні манометричні термометри. Повірка манометричних термометрів.	4	1		1		2
Тема 9. Дилатометричні та біметалеві термометри, принцип дії.	3	1				2
Разом за змістовим модулем 1	37	10		5		22

Змістовний модуль 2. Термоелектричні термометри						
Тема 10. Термоелектричні термометри. Термоелектричний ефект.	3	1				2
Тема 11. Включення третього провідника до ланки термоелектричного перетворювача.	6	2		1		3
Тема 12. Введення поправки на температуру вільних кінців.	6	2		1		3
Тема 13. Типи термопар. Термоелектродні матеріали, що застосовують.	6	2		2		2
Тема 14. Термобатарея та диференційний термоелектричний перетворювач.	4	1				3
Тема 15. Способи компенсації зміни температури вільних кінців термоелектричного перетворювача.	5	2				3
Тема 16. Прилади для вимірювання термоелектрорушійної сили. Магнітоелектричні мілівольтметри. Потенціометри.	6	2		1		3
Разом за змістовим модулем 2	36	12		5		19
Усього годин	73	22		10		41
Модуль 3						
Змістовний модуль 3. Термометри опору. Особливості вимірюванні температури газів, парі та рідин.						
Тема 17. Термометри опору. Загальні відомості, принцип дії термометрів опору.	6	2		1		3
Тема 18. Матеріали що застосовуються при виготовленні термометрів опору.	4	1				3
Тема 19. Вимірювальні прилади термометрів опору. Урівноважені (автоматичні та неавтоматичні) мости. Логометри.	3	1				2
Тема 20. Загальні умови вимірювання температури контактними термоперетворювачами. Вимірювання температури твердих тіл та поверхонь.	5	2				3
Тема 21. Вимірювання температур газових потоків.	5	2				3
Тема 22. Вимірювання температур рідин. Встановлення термоприймачів при вимірюванні температури газів, парі та рідин.	5	2				3
Тема 23. Методичні похибки вимірювання температури поверхонь, рідин, газових потоків.	5	2				3
Разом за змістовим модулем 3	33	12		1		20
Змістовний модуль 4. Основи безконтактного вимірювання температури.						
Тема 24. Теоретичні основи безконтактного вимірювання температури.	4	1				3
Тема 25. Яркісна температура тіла. Радіаційна температура тіла.	6	1		1		4
Тема 26. Принцип дії оптичних пірометрів, пірометрів часткового випромінювання (квазімонохроматичних) та повного випромінювання (радіаційних).	6	1		1		4



Тема 27. Тепловізори. Принцип дії тепловізорів різних поколінь. Матричні тепловізори (останнього покоління). Типи матричних приймачів випромінювання та їх принципи дії.	6	1	1	4
Тема 28. Фактори що впливають на точність безконтактного вимірювання температури. Методи зменшення методичної похибки вимірювань безконтактного вимірювання температури.	8	2	2	4
Разом за змістовим модулем 4	30	6	5	19
Усього годин	63	18	6	39
Усього по дисципліні	136	40	16	80

### 5. Теми лабораторних занять

1	Назва теми	Кількість годин
1	Знаходження градуіровочної характеристики термопари	2
2	Градуіровка медних термометрів опору	2
3	Вивчення принципу дії інфрачервоного пірометра	3
4	Метрологічна повірка радіаційних пірометрів	3
5	Повірка температурних ламп	3
6	Метрологічна повірка оптичних пірометрів	3
	Разом	16

### 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Тема 1.</b> Предмет дисципліни, його короткий зміст і місце в системі інженерних дисциплін. Температурні шкали.	2
2	<b>Тема 2.</b> Класифікація приладів для вимірювання температур контактним чи безконтактним способом.	3
3	<b>Тема 3.</b> Термометри, принцип дії яких полягає в розширенні та зміні тиску робочої речовини. Термометри скляні рідинні.	3
4	<b>Тема 4.</b> Лабораторні рідинні термометри. Ртутні технічні термометри. Технічні термометри електродні.	3
5	<b>Тема 5.</b> Зміщення нульової відмітки. Введення поправки до показань термометра.	3
6	<b>Тема 6.</b> Термометри манометричні. Загальні відомості та принцип дії термометрів.	2
7	<b>Тема 7.</b> Газові манометричні термометри. Конденсаційні манометричні термометри.	2
8	<b>Тема 8.</b> Рідинні манометричні термометри. Повірка манометричних термометрів.	2
9	<b>Тема 9.</b> Дилатометричні та біметалеві термометри, принцип дії.	2
10	<b>Тема 10.</b> Термоелектричні термометри. Термоелектричний ефект.	2
11	<b>Тема 11.</b> Включення третього провідника до ланки термоелектричного перетворювача.	3

12	<b>Тема 12.</b> Введення поправки на температуру вільних кінців.	3
13	<b>Тема 13.</b> Типи термопар. Термоелектродні матеріали, що застосовують.	2
14	<b>Тема 14</b> Термобатарей та диференційний термоелектричний перетворювач.	3
15	<b>Тема 15.</b> Способи компенсації зміни температури вільних кінців термоелектричного перетворювача.	3
16	<b>Тема 16.</b> Прилади для вимірювання термоелектрорушійної сили. Магнітоелектричні мілівольметри. Потенціометри.	3
17	<b>Тема 17.</b> Термометри опору. Загальні відомості, принцип дії термометрів опору.	3
18	<b>Тема 18.</b> Матеріали що застосовуються при виготовленні термометрів опору.	3
19	<b>Тема 19.</b> Вимірювальні прилади термометрів опору. Урівноважені (автоматичні та неавтоматичні) мости. Логометри.	2
20	<b>Тема 20.</b> Загальні умови вимірювання температури контактними термометрами. Вимірювання температури твердих тіл та поверхонь.	3
21	<b>Тема 21.</b> Вимірювання температур газових потоків.	3
22	<b>Тема 22.</b> Вимірювання температур рідин. Встановлення термоприймачів при вимірюванні температури газів, парі та рідин.	3
23	<b>Тема 23.</b> Методичні похибки вимірювання температури поверхонь, рідин, газових потоків.	3
24	<b>Тема 24.</b> Теоретичні основи безконтактного вимірювання температури.	3
25	<b>Тема 25.</b> Яркiсна температура тіла. Радіаційна температура тіла.	4
26	<b>Тема 26.</b> Принцип дії оптичних пірометрів, пірометрів часткового випромінювання (квазімонохроматичних) та повного випромінювання (радіаційних).	4
27	<b>Тема 27.</b> Тепловізори. Принцип дії тепловізорів різних поколінь. Матричні тепловізори (останнього покоління). Типи матричних приймачів випромінювання та їх принципи дії.	4
28	<b>Тема 28.</b> Фактори що впливають на точність безконтактного вимірювання температури. Методи зменшення методичної похибки вимірювань безконтактного вимірювання температури.	4
	<b>Разом</b>	<b>80</b>

### 7. Індивідуальні завдання

Виконання розрахунків згідно завдань розрахункової роботи.

### 8. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультації за розкладом кафедри та індивідуальні (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

### 9. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів.

## 10. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

### 10.1. Розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях,	0...1	3	0...3
Виконання і захист лабораторних, практичних робіт	3...5	1	3...5
Модульний контроль	11...13	1	11...13
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях,	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних, практичних робіт	3...5	1	3...5
Модульний контроль	10...14	1	10...14
<b>Змістовний модуль 3</b>			
Робота на лекціях,	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних, практичних робіт	3...5	1	3...5
Модульний контроль	13...16	1	13...16
<b>Змістовний модуль 4</b>			
Робота на лекціях,	0...1	9	0...9
Виконання і захист лабораторних, практичних робіт	3...5	1	3...5
Модульний контроль	14...17	1	14...17
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів. Білет для іспиту складається з трьох теоретичних запитань. З повну правильну відповідь на два перших запитань студент отримує по 33 бали. повну правильну відповідь на третє запитання студент отримує – 34 бали.

## 10.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для отримання позитивної оцінки:

- основні фотометричні параметри зорової інформації;
- принцип дії, особливості конструкції, схеми включення та керування дискретними індикаторами;
- системи адресування елементів відображення;
- методи формування зображення;
- методику розрахунку та обґрунтування вибору складових пристрою відображення інформації.

Необхідний обсяг вмінь для отримання позитивної оцінки:

- розрахувати геометричні розміри знаків та інформаційного поля і його основні фотометричні показники з точки зору спостерігача;
- часові параметри синхронізації та керування малорозрядним знаковим індикатором з частотним вхідним сигналом;
- параметри кодування алфавіту інформаційної моделі;
- частоту адресації елементів відображення та кількості знаків в інформаційному полі;
- обґрунтовано вибрати елементи пристрою відображення інформації.

## 10.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60...74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити усі лабораторні роботи. Мати уявлення про особливості вимірювання температури контактними та бесконтактними способами. Виконати усі самостійні завдання розрахункової роботи.

**Добре (75-89).** Твердо мати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Знати особливості сприйняття інформації, принципи роботи перетворювачів температури, методи вимірювання та перетворення сигналів з перетворювачів. Виконати усі самостійні завдання розрахункової роботи.

**Відмінно (90-100).** В повному обсязі знати основний та додатковий матеріал і вміти застосовувати його. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Бути активним на заняттях. Вміти аналізувати причини виникнення похибок вимірювальних приладів та застосовувати методи підвищення їх точності.

### 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

### **11. Методичне забезпечення**

1. Черепашук Г. А. Температурные измерения: лабораторный практикум / Е. Е. Калашников, А. П. Потыльчак. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2017. – 68 с.

### **12. Рекомендована література.**

1. Кулаков, М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств [Текст]: учеб. пособие для вузов / М. В. Кулаков. – М.: Машиностроение, 1983. – 424 с.
2. Иванова, Г. М. Теплотехнические измерения и приборы [Текст]: учебник для вузов / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 460 с.
3. Левшина, В. С. Электрические измерения физических величин. Измерительные преобразователи [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. С. Левшина, П. В. Новицкий. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.
4. Иванова, Г. М. Теплотехнические измерения и приборы [Текст]: учебник для вузов / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 352 с.
5. Евтихийев, Н. Н. Измерение электрических и неэлектрических величин [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Евтихийев, Я. А. Купершмидт, В. Ф. Папуловский, В. Н. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
6. Олейник, Б. М. Приборы и методы температурных измерений [Текст]: учеб. пособие для вузов / Б. Н. Олейник, С. И Лаздина, О. М. Жагулло. – М.: Издательство стандартов, 1987. — 296 с.

### **13. Інформаційні ресурси**

Пошта кафедри k303@d3.khai.edu