

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

Кафедра Інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант
освітньої програми


(підпис)

Сергій ПАСІЧНИК
(ініціали та прізвище)

« 26 » серпня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЇ»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 27 «Транспорт»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інтелектуальні транспортні системи»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник: Тамара ЧЕБИКІНА, старший викладач каф. 303
(ім'я та прізвище, посада, науковий ступінь та вчене звання)



Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)

Протокол №1 від « 21 » серпня 2024 року

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



Віталій СІРОКЛИН
(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 –6	Галузь знань: <u>27 «Транспорт»</u> (шифр та найменування) Спеціальність: <u>272 «Авіаційний транспорт»</u> (код та найменування) Освітня програма: <u>«Інтелектуальні транспортні системи»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Обов’язкова дисципліна
Кількість модулів – 3		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 4		2024/2025
Загальна кількість годин – 72 ¹⁾ /180		Семестр
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,5 самостійної роботи студента – 6,75		2-й
		Лекції¹⁾
		32 годин
		Практичні, семінарські¹⁾
	16 годин	
	Лабораторні¹⁾	
	24 години	
	Самостійна робота	
	108 годин	
	Вид контролю	
	Модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: $72/108 = 0,67$.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: дати знання про методи і засоби забезпечення єдності вимірювань і досягнення точності вимірювань, що обумовлена вимогами вимірювальної задачі, способи одержання достовірної та надійної інформації, похибки вимірювань та засобів вимірювань, методики вимірювань та опрацювання результатів вимірювань, основні поняття, теоретичні та методичні основи стандартизації.

Завдання: засвоїти фізичні і теоретичні основи вимірювань, принципи і методи вимірювань, метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки та способи їх нормування, вимоги до оцінок вимірюваної величини, методики розрахунку похибок результатів вимірювань, принципи і методи стандартизації, форми стандартизації, основи параметричної стандартизації, мати уявлення про національну стандартизацію України і основоположні стандарти.

Здобувач повинен знати:

- основні поняття, терміни та визначення в області практичної метрології;
- фізичні величини та їх одиниці вимірювання;
- міжнародну систему одиниць СІ і принципи її побудови;
- структурні елементи вимірювання та їх характеристики;
- стислі свідчення про організацію і метрологічне забезпечення процесу вимірювання;
- принципи і методи вимірювань в об'ємі, достатньому для подальшого використання в наступних дисциплінах;
- основні положення теорії похибок;
- види і джерела виникнення похибок;
- класифікацію засобів вимірювань, їх метрологічні характеристики (МХ), принципи нормування МХ засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), умови експлуатації ЗВТ;
- класичні методики опрацювання даних фізичних експериментів;
- основні поняття та визначення в галузі стандартизації;
- принципи, методи і форми стандартизації;
- основи параметричної стандартизації;
- основні положення національної стандартизації країни;

вміти:

- правильно провести процес вимірювання;
- обґрунтовано обирати метод вимірювання;
- записувати результати вимірювань в прийнятій формі, позначенні, розмірності;
- обирати та застосовувати засоби вимірювань для вирішення вимірювальної задачі з необхідною точністю та достовірністю;
- застосовувати методики опрацювання результатів одноразових та багаторазових вимірювань;
- використовувати статистичні дані та довідкові матеріали;

- застосовувати необхідні пакети прикладних програм для автоматизації обчислень;
- застосовувати параметричні ряди.

Компетентності, які набуваються:

Загальні:

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК7. Здатність працювати автономно.

ЗК9. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахові:

ФК1. Здатність дотримуватися у професійній діяльності вимог міжнародних та національних нормативно-правових документів в галузі авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту та їх систем.

ФК3. Здатність здійснювати експериментальні дослідження та вимірювання параметрів та характеристик об'єктів авіаційного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів.

ФК10. Здатність застосовувати методи та засоби технічних вимірювань. Технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи при технічному діагностуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

Програмні результати навчання:

ПРН 03. Застосовувати сучасні інформаційні технології, технічну літературу, бази даних, інші ресурси та сучасні програмні засоби для розв'язання спеціалізованих складних задач авіаційного транспорту;

ПРН 08. Застосовувати міжнародні та національні стандарти і практики в професійній діяльності.

ПРН 12. Визначати параметри об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів шляхом проведення вимірювального експерименту з оцінкою його результатів.

ПРН 19. Здійснювати технічне діагностування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів, використовуючи ефективні засоби, відповідні технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи.

Очікувані результати навчання:

Вміти застосовувати методи, методики вимірювання і оцінювання результатів фізичних експериментів, фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювання та оцінювання їх метрологічних характеристик.

Пререквізити: Вища математика.

Кореквізити: Фізика Вища математика.

Постреквізити: Електроніка та основи схемотехніки. Основи навігації. Навігаційні прилади авіаційного транспорту. Мікроконтролери в системах управління.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Вимірювання величин

Змістовний модуль 1. Фізичні величини.

Тема 1. Основні терміни та визначення в області метрології

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Метрологія – наука про вимірювання. Основні етапи розвитку і становлення метрології як науки. Основні положення, терміни і визначення. Роль метрології в діяльності суспільства і питаннях якості продукції, прикладний характер метрології.

Тема 2. Фізичні величини (ФВ) та одиниці їх вимірювання

ФВ та їх одиниці. Розмір, значення, розмірність ФВ. Класифікація ФВ. Система ФВ. Система одиниць ФВ. Розмірності ФВ. Принципи побудови системи одиниць. Міжнародна система одиниць SI, її достойності. Переведення розмірностей.

Тема 3. Шкали вимірювань

Вимірювальні шкали. Шкали найменувань, порядку, інтервалів, відношень. Приклади і порівняння за властивостями різних видів шкал.

Тема 4. Вимірювання ФВ

Вимірювання – процес отримання достовірної інформації. Сутність, основні характеристики і аспекти вимірювань. Структурні елементи вимірювання: ціль, об'єкт, його модель, величина, що підлягає вимірюванню, апріорна інформація, засіб вимірювання, результат і похибка вимірювання.

Повна класифікація типів вимірювань: за характеристикою точності, за кількістю, за відношенням до зміни вимірюваної величини, за призначенням, згідно вираження результату вимірювання, за різновидами вимірювань.

Тема 5. Принципи і методи вимірювань

Поняття принципу і методу вимірювання. Класифікація методів і їх стисла характеристика. Метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою і його різновиди (нульовий, заміщенням – повним і неповним, доповненням, співпадінням, диференційний). Приклади та схеми реалізації методів.

Тема 6. Засоби вимірювань (ЗВ)

Повна класифікація і стисла характеристика засобів вимірювань: міри, вимірювальні перетворювачі/датчики, вимірювальні прилади, вимірювальні установки, системи, комплекси. Метрологічна сутність ЗВ. Нормування метрологічних характеристик ЗВ і принципи, що покладено в основу нормування. Узагальнена номенклатура показників нормуємих МХ. Способи нормування і форми подання МХ. Класи точності ЗВ, вимоги до них, стандартизація і нормування характеристик ЗВ. Характеристики точності ЗВ. Способи встановлення меж допустимих похибок ЗВ. Позначення класів точності.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Похибки вимірювань

Тема 7. Похибки вимірювань ФВ

Види, класифікація і стисла характеристика похибок вимірювань: систематичних, випадкових, промахів. Джерела похибок та чинники, що впливають на результат вимірювання. Методи зменшення значень систематичних і випадкових похибок, критерії виявлення промахів. Стислі відомості про організацію експерименту з метою зменшення похибок результату.

Тема 8. Систематичні похибки вимірювань

Різновиди та характеристика систематичних похибок – методичних, інструментальних, від зовнішніх чинників, приклади. Способи зменшення систематичних похибок до, в процесі та після вимірювань. Введення поправок.

Тема 9. Випадкові похибки

Опис випадкових похибок за допомогою методів математичної статистики. Основні поняття, визначення та характеристики опису випадкових величин: генеральної сукупності, вибірки, довірчої вірогідності, рівня значимості. Функції розподілення випадкових величин: інтегральна та диференціальна. Моменти розподілу: математичне очікування, дисперсія, асиметрія, ексцес. Точкові та довірчі оцінки. Властивості точкових оцінок: спроможність, незміщенність, ефективність. Оцінка параметрів за допомогою інтервалів. Принцип найбільшої правдоподібності. Нормальний закон розподілення.

Модульний контроль

Модуль 2. Опрацювання результатів вимірювань

Тема 10. Опрацювання результатів прямих багаторазових вимірювань

Класична методика опрацювання результатів багаторазових вимірювань. Вимірювання рівні за точністю. Вимірювання різні за точністю. Критерії виявлення промахів: Смирнова, Граббса, «трьох сигм». Подання результатів багаторазових вимірювань.

Тема 11. Опрацювання результатів декількох рядів вимірювань

Критерії згоди при перевірці оцінок декількох рядів на однорідність (однаковість), однаковість за розсіяністю, незалежність (або кореляцію), суттєвість кореляційного зв'язку. Алгоритм виправлення результатів неоднорідних серій. Оцінювання усередненого зваженого значення. Визначення результату обробки декількох серій вимірювань. Приклади практичного застосування даної методики.

Тема 12. Опрацювання результатів опосередкованих вимірювань

Умови отримання опосередкованих вимірювань. Визначення оцінки дійсного значення і похибок опосередкованих вимірювань. Особливості обробки результатів за лінійною і нелінійною функціональною залежністю. Урахування кореляційного зв'язку аргументів при визначенні оцінки похибки опосередкованої величини. Подання результату опосередкованого вимірювання.

Тема 13. Опрацювання результатів сукупних і сумісних вимірювань.

Метод найменших квадратів

Отримання оцінок дійсних значень параметрів функціональних залежностей за результатами сукупних і сумісних вимірювань. Застосування методу найменших квадратів, оцінювання точності результатів вимірювань. Критерій

мінімізації похибок, постулат Лежандра. Визначення результату сукупних або сумісних вимірювань. Приклади практичного застосування сукупних та сумісних вимірювань.

Модульний контроль

Модуль 3. Основи стандартизації

Тема 14. Основи стандартизації

Сутність стандартизації та її роль для економіки країни. Основні поняття та визначення в галузі стандартизації.

Тема 15. Теоретичні та методичні основи стандартизації

Принципи стандартизації: плановості, перспективності, оптимальності, динамічності, системності, обов'язковості. Методи стандартизації: уніфікація, агрегування, типізація, взаємозамінність. Форми стандартизації – комплексна і випереджальна. Основи параметричної стандартизації; параметричні ряди.

Тема 16. Національна стандартизація України

Основні положення. Органи стандартизації, її функції та структура. Види нормативних документів, порядок їх розроблення, затвердження та впровадження.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1. Вимірювання величин					
Змістовний модуль 1. Фізичні величини.					
Тема 1. Основні терміни та визначення	6	2	-	-	4
Тема 2. Фізичні величини (ФВ) та одиниці їх вимірювання	12	2	2	-	8
Тема 3. Шкали вимірювань	8	2	2		4
Тема 4. Вимірювання ФВ	12	2	2	-	8
Тема 5. Принципи і методи вимірювань	8	2	-	-	6
Тема 6. Засоби вимірювань (ЗВ)	12	2	2	-	8
Модульний контроль	4	-	-	-	4
Разом за змістовним модулем 1	62	12	8	-	42
Змістовний модуль 2. Похибки вимірювань					
Тема 7. Похибки вимірювань ФВ	7	1	2	-	4
Тема 8. Систематичні похибки вимірювань	14	2	6	-	6
Тема 9. Випадкові похибки	9	3	-	-	6
Модульний контроль	4	-	-	-	4
Разом за змістовним модулем 2	34	6	8	-	20
Разом за модулем 1	96	18	16	-	62

Модуль 2. Опрацювання багаторазових (багатократних) вимірювань					
Тема 10. Опрацювання результатів прямих багаторазових вимірювань	12	2	-	4	6
Тема 11. Опрацювання результатів декількох рядів вимірювань	12	2	-	6	4
Тема 12. Опрацювання результатів опосередкованих вимірювань	12	2	-	6	4
Тема 13. Сукупні і сумісні вимірювання. Метод найменших квадратів	12	2	-	6	4
Модульний контроль	4	-	-	-	4
Разом за модулем 2	52	8	-	24	22
Модуль 3. Основи стандартизації					
Тема 14. Основи стандартизації	8	2	-	-	6
Тема 15. Теоретичні та методичні основи стандартизації	10	2	-	-	8
Тема 16. Національна стандартизація України	12	2	-	-	10
Модульний контроль	2	-	-	-	2
Разом за модулем 3	32	6	-	-	26
Всього з дисципліни	180	32	16	24	108

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Розрахунок основних похибок результатів прямих одноразових вимірювань	2
2	Округлення результатів вимірювань	2
3	Розрахунок додаткових похибок результатів прямих одноразових вимірювань	4
4	Розрахунок методичних похибок	2
5	Розрахунок сумарних систематичних похибок	2
6	Розрахунок похибок опосередкованих одноразових вимірювань	2
7	Опрацювання результатів прямих багаторазових вимірювань	2
	Разом	16

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вимірювання і опрацювання результатів прямих багаторазових рівних за точністю вимірювань	4
2	Вимірювання і опрацювання результатів декількох рядів вимірювань нерівних за точністю	6
3	Вимірювання і опрацювання результатів опосередкованих багаторазових вимірювань	6
4	Вимірювання і опрацювання результатів сукупних багаторазових вимірювань	6
	Разом	24

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Засвоєння лекційного матеріалу, рішення задач (поточні домашні завдання), підготовка і розрахунки з лабораторних робіт, підготовка до модульного контролю.	60
2	Історія розвитку метрології як області практичної діяльності і науки. Загальні відомості про метрологію.	4
1	2	3
3	Історичний розвиток різноманітних систем одиниць. Префікси для утворення десяткових кратних і частинних одиниць.	4
4	Вимірювальна інформація. Вимірювальний сигнал. Перетворення вимірювальної інформації.	4
5	Планування та організація вимірювань.	6
6	Еталони одиниць фізичних величин. Повірочні схеми.	10
7	Структурні схеми ЗВ. Характеристики ЗВТ різного призначення.	4
8	Метрологічний контроль і нагляд за ЗВТ.	4
9	Додаткові похибки, які виникають при порушеннях експлуатаційних умов використання ЗВ.	4
10	Ознайомлення з деякими типовими розподілами випадкових величин, які відрізняються від закону Гауса, – двозначний дискретний, арксинусоїдальний, рівномірний, трикутний, трапеційдний.	4
11	Історичний огляд розвитку стандартизації. Органи стандартизації та їхні функції	2

12	Порядок розроблення, затвердження та впровадження нормативних документів. Державний нагляд за додержанням нормативних документів. Інформаційне забезпечення стандартизації.	4
	Разом	108

8. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних робіт, консультацій за розкладом кафедри, за необхідністю – індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) або за літературними та інтернет-джерелами.

9. Методи контролю

Проведення поточного контролю, поточних домашніх завдань по практиці, письмового модульного контролю, контроль лабораторних робіт, фінальний контроль у вигляді заліку.

10. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1. Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	5...10	1	5...10
Модуль 1. Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	8...12	2	16...24
Модульний контроль	5...10	1	5...10
Модуль 2			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	5...8	1	5...8
Модуль 3			
Модульний контроль	5...8	1	5...8
Усього за семестр			60...100

Білет для заліку складається з 2-х питань: теоретичного запитання за тематикою лекційного матеріалу і задачі.

Приклад №1: 1. Теоретичне питання. Способи нормування і форми подання метрологічних характеристик засобів вимірювань. – 50 балів.

2. Задача. Визначити, який з двох вольтметрів, що мають однакові границі вимірювань 10 В, забезпечить найменшу похибку при вимірюванні напруги 3 В, якщо клас точності першого приладу – 0,5/1,5, а другого – 1,0. – 50 балів.

Приклад №2: 1. Теоретичне питання. Додаткові похибки, які виникають при порушеннях експлуатаційних умов для засобів вимірювань. – 50 балів.

2. Задача. При вимірюванні сили струму міліамперметром, максимальне значення шкали котрого дорівнює 250 поділкам на межі виміру 100мА, відлік склав 182 поділки. Визначити: результат вимірювання в одиницях сили струму, основні абсолютну, відносну та наведену похибки. Клас точності міліамперметру 2,5. – 50 балів.

Приклад №3: 1. Теоретичне питання. Класифікація та узагальнююча характеристика вимірювальних перетворювачів/датчиків. – 50 балів.

2. Задача. Визначити складові похибки вимірювання сили струму за допомогою амперметру класа 1,0 з межами виміру -0,5 А...+0,5 А. Відлік приладу склав 0,36 А при таких умовах середовища: температура + 9,5 °С, атмосферний тиск 735 мм рт ст, вологість 89 %. Оцінити сумарну відносну похибку результату вимірювання. – 50 балів.

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

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі теми практичних занять. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти самостійно застосовувати формули для розрахунку похибок вимірювань. Знати і застосовувати методи вимірювань та способи зменшення систематичних і випадкових похибок. Мати уявлення про параметричні ряди.

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. Здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Знати та правильно обирати методики опрацювання результатів вимірювання, вміти застосовувати критерії оцінювання промахів, центральних моментів розподілу випадкових величин, вміти обчислювати частинні похідні опосередкованих вимірювань. Застосовувати параметричні ряди чисел. Мати уявлення про функції Держспоживінспекції України.

Відмінно (90-100). В повному обсязі знати основний та додатковий матеріал. Здати всі теми, контрольні і лабораторні роботи, тестові завдання та модулі на «відмінно». Вільно володіти термінами та визначеннями в області метрології, орієнтуватися у підручниках, посібниках та довідниках. Досконально знати і

вміти правильно самостійно застосовувати методики опрацювання результатів вимірювань. Знати і застосовувати нормативні документи в галузі авіаційного транспорту.

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. Чебикіна Т.В. Основи метрології та стандартизації: Робоча програма, методичні рекомендації до практичних занять, задачі для самостійної роботи, тестові завдання, модульні роботи, контрольні питання. – Харків, ХАІ, 2020-2024 (електронний варіант).

2. Науменко А. М., Чебикіна Т. В. Методи обробки результатів експериментів : Метод. вказівки до виконання лабораторних робіт. Х.: ХАІ, 2003.

Розміщення НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1331>

12. Рекомендована література **Базова**

1. Жихарєв В.М., Павлишин Р.Є. Основи метрології та стандартизації. Цикл лекційних і практичних занять. Навчально-методичний посібник. – Ужгород: ТОВ “РІК-У”, 2020. – 280 с. ISBN 978-617-7868-31-5.

2. Метрологія [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Н.М. Защепкіна. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 397 с.

3. Метрологія та вимірювальна техніка: підручник/Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко; за ред.. проф.. Є.С. Поліщука. – 2-ге вид., доп. Та переробл. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012.

4. Основи метрології: навчальний посібник / автори.: І.В. Солтис, О.В. Деревянчук, Чернівці: Чернівецький нац. унтет, 2021, 152 с.

5. Основи метрології: [Електронний ресурс]: навч. посіб. / В. У. Ігнаткін, О. В. Томашевський, В. М. Матюшин. Електрон. дані. – Запоріжжя : Запорізький національний технічний університет, 2017. 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана. ISBN 978-617-529-205-1

6. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник. За ред. проф. Є. С. Поліщука. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003.

Допоміжна

1. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю/ Є.Т. Володарський. – Вінниця: ВДТУ, 2001.

2. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання (ISO 10012:2005, IDT) – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 19 с.

3. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. К.: Держспоживстандарт України, 1994.

4. Закон України «Про Державну програму авіаційної безпеки цивільної авіації» № 1965-III від 21.03.2017.

13. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 303: k303.khai.edu