



Навчальна програма дисципліни “Метрологія та вимірювання” розроблена на основі освітньо-професійної програми та навчального плану № НБ-14-6.051001/11 підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “Бакалавр” за напрямом 6.051001 “Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології”, “Тимчасового Положення про організацію навчального процесу за кредитно-модульною системою (в умовах педагогічного експерименту)” та “Тимчасового Положення про рейтингову систему оцінювання”, затверджених наказом ректора від 15.06.2004 №122/од, та наказу ректора від 12.04.2005 №81/од.

Навчальну програму розробили:
доцент кафедри інформаційно-
вимірювальних систем
ст. викладач кафедри інформаційно-
вимірювальних систем

 В. Мокійчук

 О. Самойліченко

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні випускової кафедри напрямом 6.051001 “Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології” (спеціальність 7/8.05100101 “Інформаційно-вимірювальні системи”) – кафедри інформаційно-вимірювальних систем, протокол № 13 від “28” березня 2011 р.

Завідувач кафедри  Ю.Куц

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні науково-методично-редакційної ради інституту інформаційно-діагностичних систем, протокол № 5 від “29” 12 2011 р.

Голова НМРР  П.Павленко

УЗГОДЖЕНО
Директор ЦДС
 С.Філоненко
“30” 03 2011 р.

Рівень документа – 36
Плановий термін між ревізіями – 1 рік
Контрольний примірник



ЗМІСТ

	стор.
1. Пояснювальна записка	4
1.1. Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця	4
1.2. Мета викладання навчальної дисципліни	4
1.3. Завдання вивчення навчальної дисципліни	4
1.4. Інтегровані вимоги до знань та умінь з навчальної дисципліни.....	4
1.5. Інтегровані вимоги до знань і умінь з навчальних модулів	4
1.6. Міждисциплінарні зв’язки навчальної дисципліни	6
2. Зміст навчальної дисципліни	6
2.1. Модуль №1 “Основи метрології”	6
2.2. Модуль №2 “Методи опрацювання результатів вимірювань”	7
2.3. Модуль №3 “Методи забезпечення єдності вимірювань”	7
2.4. Модуль №4 “Метрологічні характеристики засобів вимірювань (ЗВ). Методи визначення та практичне застосування”	8
2.5. Модуль №5 “Курсова робота”	8
3. Список рекомендованих джерел	9
3.1. Основні рекомендовані джерела.....	9
3.2. Додаткові рекомендовані джерела	9



1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця

Дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують професійний профіль фахівця в області інформаційно-вимірювальних систем та технологій.

1.2. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є забезпечення вивчення студентами наукових, законодавчих, нормативних, технічних та організаційних основ метрології, концепції забезпечення єдності вимірювань в Україні, методів опрацювання результатів вимірювань, класифікації та методів визначення метрологічних характеристик (МХ) засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), правил розроблювання та застосування методик виконання вимірювань (МВВ), методів підвищення точності результатів вимірювань.

1.3. Завдання вивчення навчальної дисципліни

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- знайомство з системою забезпечення єдності вимірювань в Україні;
- знайомство з метрологічною системою України;
- вивчення основ метрології, вимірювальної техніки, методів вимірювань і МВВ, критеріїв вибору, раціонального та безпечного застосування ЗВТ;
- оволодіння знаннями з методів обробки і подання результатів вимірювань, методів підвищення точності результатів вимірювань;
- оволодіння знаннями з метрологічного забезпечення інформаційно-вимірювальних систем;
- знайомство з нормативною базою з питань метрології;

1.4. Інтегровані вимоги до знань та умінь з навчальної дисципліни

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен:

Знати:

- метрологічну систему України та методи забезпечення єдності вимірювань;
- методи вимірювань та визначення їх результатів та похибок;
- метрологічні характеристики ЗВТ, методи їх визначення та застосування у практичній діяльності.

Вміти:

- самостійно спланувати та проводити вимірювальний експеримент відповідно до призначення та МВВ;
- самостійно розробляти МВВ та методики обробки їх результатів;
- обирати ЗВТ відповідно до призначення вимірювань та оцінювати відповідні МХ;
- самостійно проводити повірку та калібрування, розробляти відповідні методики;
- застосовувати національні та міжнародні стандарти в практичній діяльності.

1.5. Інтегровані вимоги до знань і умінь з навчальних модулів

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з чотирьох класичних навчальних модулів. Окремим п'ятим модулем є курсова робота, яка виконується в п'ятому семестрі.

1.5.1. У результаті засвоєння навчального матеріалу навчального модуля №1 “Основи метрології” студент повинен:

Знати:



- основні положення Закону України “Про метрологію та метрологічну діяльність”;
- основні аксіоми метрології;
- законодавчу, нормативну, технічну та організаційну основи метрологічного забезпечення;
- класифікацію та зміст методів вимірювання;
- методи прямих вимірювань;
- класифікацію та суть похибок вимірювань;
- класифікацію та метрологічні характеристики ЗВТ.

Вміти:

- самостійно обирати за метрологічними характеристиками ЗВТ, спланувати та проводити вимірювання та визначати їх результат.
- самостійно проводити аналіз задачі вимірювання та визначати складові похибки вимірювання.

1.5.2. У результаті засвоєння навчального матеріалу навчального модуля №2 “Методи опрацювання результатів вимірювань” студент повинен:

Знати:

- діючі (стандартизовані) методики опрацювання результатів вимірювань відповідно до видів вимірювань;
- методи попередньої обробки результатів спостережень.

Вміти:

- самостійно проводити опрацювання та визначати результат вимірювання та його похибку із застосуванням стандартизованих методик;
- самостійно проводити аналіз ряду спостережень на наявність результатів з грубою похибкою;
- самостійно проводити аналіз ряду спостережень на наявність систематичної похибки та проводити її корегування;
- аналізувати, враховувати або корегувати методичну складову похибки вимірювання.

1.5.3. У результаті засвоєння навчального матеріалу навчального модуля №3 “Методи забезпечення єдності вимірювань” студент повинен:

Знати:

- основні складові та методи метрологічного забезпечення єдності вимірювань;
- нормативну базу та основні положення стандартів з проведення метрологічної атестації, повірки та калібрування ЗВТ;

Вміти:

- самостійно проводити повірку та калібрування ЗВТ згідно відповідних методик;
- розробляти методики виконання вимірювань, повірки та калібрування;
- опрацьовувати дані міжлабораторних порівнянь результатів вимірювань.

1.5.4. У результаті засвоєння навчального матеріалу навчального модуля №4 “Метрологічні характеристики ЗВТ. Методи визначення та практичне застосування” студент повинен:

Знати:

- номенклатуру метрологічних характеристик ЗВТ;
- методи та способи побудови градувальник характеристик (ГХ) ЗВТ;
- методи визначення статичних характеристик ЗВТ;
- методи визначення динамічних характеристик ЗВТ;
- основи метрологічного забезпечення інформаційно-вимірювальних систем.

Вміти:



- самостійно визначати метрологічні характеристики ЗВТ в реальних умовах експлуатації;

- самостійно проводити дослідження статичних та динамічних характеристик ЗВТ.

1.5.5. У результаті виконання курсової роботи (модуль №5) студент повинен:

Знати:

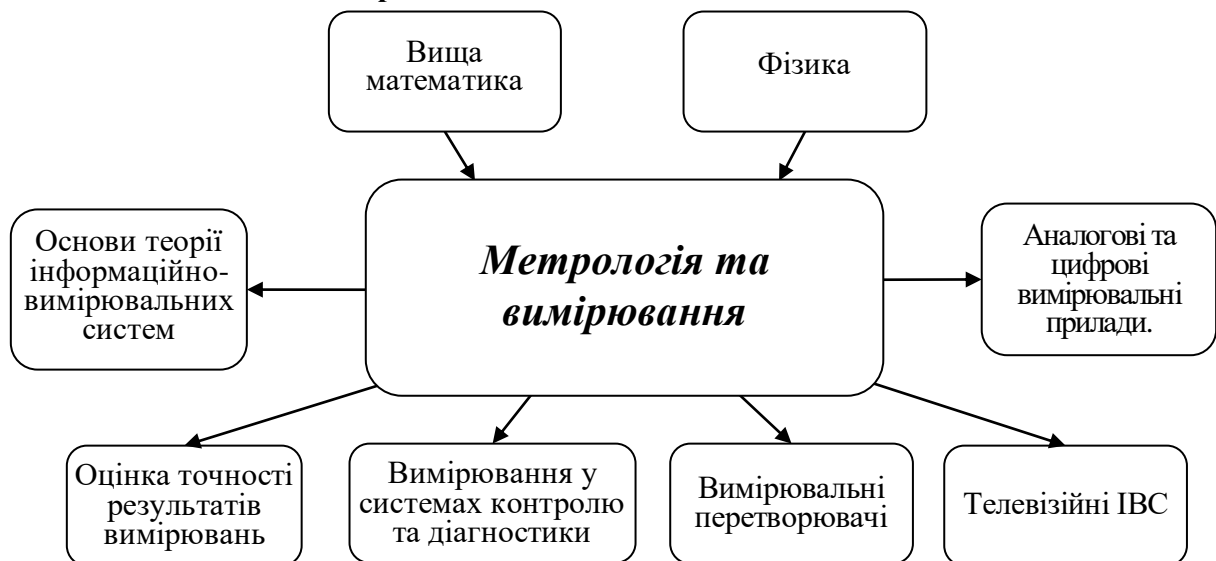
- методи побудови ГХ ЗВТ;
- вимоги до розробки та структуру МВВ;
- критерії вибору ЗВТ для проведення вимірювання;
- методи визначення статистичної моделі похибки вимірювання;
- методи опрацювання результатів вимірювань.

Вміти:

- самостійно опрацювати дані отримані при градуванні ЗВТ;
- самостійно розробляти МВВ;
- самостійно визначати складові похибки вимірювання;
- застосовувати сучасні програмні засоби ПЕОМ для виконання попередньої обробки та опрацювання результатів вимірювання.

Знання та вміння, отримані студентом під час вивчення даної навчальної дисципліни, використовуються в подальшому при вивченні багатьох наступних дисциплін професійної підготовки фахівця з базовою та повною вищою освітою.

1.6. Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни



2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Модуль №1 “Основи метрології”

Тема 2.1.1 Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з інформаційно-вимірювальних систем. Метрологія, основні терміни, визначення, предмет і завдання. Основні аксіоми метрології. Закон України “Про метрологію та метрологічну діяльність”.

Тема 2.1.2 Єдність вимірювань. Метрологічне забезпечення. Метрологічна служба України, структура та функції. Нормативна база метрологічного забезпечення.

Тема 2.1.3 Фізичні величини (ФВ). Одиниці ФВ. Основні, похідні та кратні ФВ Міжнародна система одиниць СІ. Еталони одиниць ФВ, класифікація, призначення та порядок застосування. Передача розмірів одиниць ФВ.



Тема 2.1.4 Вимірювання: суть, складові та види. Процес вимірювання, структура та складові. Принцип та метод вимірювання. Фізична модель об'єкту вимірювання. Вимірвальні сигнали.

Тема 2.1.5 Методи вимірювання. Класифікація, призначення, особливості метрологічного забезпечення. Класифікація та зміст методів прямих вимірювань. Методи безпосередньої оцінки, зрівноваження, заміщення тощо.

Тема 2.1.6 Похибки вимірювань. Характеристики якості вимірювань. Похибка та невизначеність вимірювань. Класифікація похибок вимірювань. Методична, інструментальна та суб'єктивна похибки. Систематична та випадкова похибки вимірювань.

Тема 2.1.7 Результат вимірювання як випадкова величина. Поняття випадкової величини та її характеристики. Густина та функція розподілу випадкової величини. Типові моделі законів розподілу випадкових величин.

Тема 2.1.8 Засоби вимірвальної техніки (ЗВТ). Класифікація ЗВТ. Засоби вимірювань, вимірвальні пристрої та еталони. Нормовані метрологічні характеристики (НМХ) ЗВТ. Градувальна характеристика ЗВТ та функція перетворення вимірвального перетворювача.

Тема 2.1.9 Класифікація похибок ЗВТ. Абсолютна, відносна та зведена похибки. Адитивна, мультиплікативна та нелінійна похибки. Умови застосування ЗВТ. Впливні величини. Основна та додаткова похибки. Статична та динамічна похибки. Аналогові та цифрові ЗВТ. Особливості нормування МХ.

2.2. Модуль №2 “Методи опрацювання результатів вимірювань”

Тема 2.2.1 Класи точності ЗВТ. Принципи нормування та нормативні вимоги. Нормування похибок ЗВТ зарубіжного виробництва. Застосування метрологічних характеристик ЗВТ для визначення похибки результату вимірювання.

Тема 2.2.2 Основні операції опрацювання результатів вимірювання. Методи зменшення впливу випадкових похибок. Оцінювання закону розподілу результату вимірювання. Методи перевірки гіпотези про заданий закон розподілу випадкової похибки для групованих та не групованих даних.

Тема 2.2.3 Опрацювання результатів прямих разових вимірювань. Принципи підсумовування складових похибки результату прямого вимірювання.

Тема 2.2.4 Опрацювання результатів прямих багаторазових вимірювань. Принципи оцінювання та підсумовування випадкових та систематичних складових похибки результату прямого багаторазового вимірювання.

Тема 2.2.5 Опрацювання результатів опосередкованих вимірювань з разовими та багаторазовими спостереженнями аргументів. Визначення похибки за корельованих та некорельованих аргументів результату вимірювання. Метод зведення.

Тема 2.2.6 Методи виявлення та усунення систематичних похибок. Методи виявлення та усунення постійних систематичних похибок. Метод порівняння з мірою. Метод протиставлення. Методи виявлення прогресуючих систематичних похибок. Критерії серій. Усунення прогресуючої систематичної похибки із застосуванням її регресійної моделі.

Тема 2.2.7 Методи виявлення результатів з грубими похибками. Критерії 3-сігма, Романовського та Діксона. Методичні похибки вимірювань. Методи оцінювання та корегування.

2.3. Модуль №3 “Методи забезпечення єдності вимірювань”

Тема 2.3.1 Забезпечення єдності вимірювань. Метрологічний контроль, нагляд та порядок застосування ЗВТ. Основи метрологічного забезпечення. Структура та функції державної метрологічної служби.



Тема 2.3.2 Метрологічна атестація ЗВТ. Завдання та сфера поширення метрологічної атестації ЗВТ. Програма та методика метрологічної атестації. Звітування про результати.

Тема 2.3.3 Повірка ЗВТ. Повірочна схема. Види та сфера поширення повірки. Організація та порядок проведення повірки ЗВТ. Умови повірки. Критерії оцінювання придатності ЗВТ. Звітування про результати повірки ЗВТ.

Тема 2.3.4 Калібрування ЗВТ. Мета, завдання і сфера поширення калібрування ЗВТ. Організація та порядок проведення калібрування ЗВТ. Умови калібрування. Показники та критерії для контролю придатності та визначення МХ ЗВТ. Звітування про результати калібрування ЗВТ.

Тема 2.3.5 Методики виконання вимірювань. Призначення, зміст, порядок розроблення, контролю та атестації МВВ. Стандартизовані МВВ. Вибір методів і засобів вимірювань при розробці методик виконання вимірювань. Типові складові похибки рекомендовані при розроблюванні МВВ.

Тема 2.3.6 Міжлабораторні порівняння результатів вимірювань (МПП). Мета, структура та схеми реалізації. Програма, раунди та координатор МПП. Показники та критерії оцінювання точності результатів вимірювань.

Тема 2.3.7 Метрологічне забезпечення інформаційно-вимірювальних систем. Склад та зміст робіт із метрологічного забезпечення ІВС. Метрологічний супровід обчислювальних компонентів вимірювальних каналів.

2.4. Модуль №4 “Метрологічні характеристики засобів вимірювань (ЗВ).

Методи визначення та практичне застосування”

Тема 2.4.1 Градувальні характеристики ЗВТ. Методи побудови. Табличні, графічні і аналітичні способи побудови ГХ. Способи побудови лінійних ГХ за рівноточними та нерівноточними початковими даними. Опрацювання результатів сумісних вимірювань для побудови ГХ.

Тема 2.4.2 Методи оцінювання та нормування похибок ГХ. Способи оцінювання похибок для лінійних, поліноміальних і таких, що приводяться до лінійних ГХ.

Тема 2.4.3 Перевірка адекватності побудованої ГХ експериментальним даним. Способи оцінювання похибок результатів вимірювань при використанні ГХ.

Тема 2.4.4 Методи оцінювання статичних похибок вимірювальних перетворювачів (ВП). Узагальнена математична модель статичної похибки ВП. Оцінювання основної та додаткової похибок ВП. Адитивна та мультиплікативна складові статичної похибки ВП.

Тема 2.4.5 Методи оцінювання статичних похибок ЗВТ. Узагальнена математична модель статичної похибки ЗВТ. Оцінювання відносної статичної похибки засобів вимірювальної техніки з послідовним з'єднанням ВП.

Тема 2.4.6 Оцінювання відносної статичної похибки ЗВТ з паралельним з'єднанням ВП. Оцінювання відносної статичної похибки ЗВТ з негативним зворотнім зв'язком.

Тема 2.4.7 Динамічні похибки ЗВТ. Види динамічних похибок ЗВТ та причини їх виникнення. Повні динамічні характеристики лінійних аналогових ЗВТ. Часткові динамічні характеристики ЗВТ.

Тема 2.4.8 Методи оцінювання динамічних характеристик і похибок ЗВТ. Можливості зменшення динамічних похибок ЗВТ. Оцінювання власних динамічних похибок лінійних ЗВТ. Оцінювання вимушених динамічних похибок ЗВТ. Оцінювання динамічної похибки ЗВТ з використанням його передатної функції.

2.5. Модуль №5 “Курсова робота”

Курсова робота (КР) з дисципліни виконується у п'ятому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та



поглиблення теоретичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни в області визначення МХ ЗВТ, розробки МВВ та застосування їх на практиці.

Виконання КР є важливим етапом у підготовці до виконання дипломного проекту (роботи) майбутнього фахівця з інформаційних-вимірювальних систем.

Конкретна мета КР міститься у побудові ГХ ЗВТ та МВВ для зумовленого варіантом індивідуального завдання об'єкта вимірювання, заданих вимірювальних сигналів та інформативних параметрів, і проведенні згідно розробленої методики дослідження та опрацювання результатів вимірювання та визначення статистичної моделі похибки вимірювання.

Виконання, оформлення та захист КР здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання КР, – до 36 годин самостійної роботи.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

3.1. Основні рекомендовані джерела

3.1.1. Про метрологію та метрологічну діяльність: закон України від 15 червня 2004 р. № 1765-IV// Відом. Верховної Ради України. – 2004. – № 37. – Ст. 449.

3.1.2. Метрология в гражданской авиации: Учебное пособие для высш. учебных заведений ГА. / Титов Александр Павлович, Богоявленский Анатолий Александрович – М.: МИИГА, 1989. – 72 с.

3.1.3. Метрологія: теорія і нормативне забезпечення: Навч. посіб. / О.Ш. Волков, О.М. Величко, Г.Ш. Хімичева та ін.; За заг. ред. А.С. Зенкіна. – К.: Вища шк., 2008. – 335 с.

3.1.4. Дорожовець М та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик; За ред. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. – Т.1. Основи метрології. – 532 с.

3.1.5. Метрологія та метрологічне забезпечення виробництва: Навч. посіб. / О.К. Поліщук. – К.: Видавництво Національного авіаційного університету “НАУ-Друк”, 2008. – 335 с.

3.2. Додаткові рекомендовані джерела

3.2.1. ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення: Чин. з 1995-01-01. – К.: Держстандарт України, 1994 – 68 с.

3.2.2. ДСТУ 2682-94 Метрологічне забезпечення. Основні положення: Чин. з 1995-01-01, – К.: Держстандарт України, 1994 – 15 с.

3.2.3. ДСТУ ГОСТ 8.009:2008 ГСОЕИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений: Чин. 2008-10-01.– К.: Держспоживстандарт України, 2008 зі зм. 1 (ІПС. 2008. №7). – 38 с.

3.2.4. ГОСТ 8.401-80 ГСОЕИ. Классы точности средств измерений. Общие требования: Введ. 1981-07-01, – М.: ИПК Издательство стандартов, 1981 – 12 с.

3.2.5. ДСТУ 3215-95 Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення: Чин. з 1996-07-01, – К.: Держстандарт України, 2000 – 13 с.

3.2.6. ДСТУ 2708:2006 Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення: Чин.з 2006-07-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2006 – 18 с.

3.2.7. ДСТУ 3989-2000 Калібрування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення та оформлення результатів: Чин. з 2001-07-01, – К.: Держстандарт України, 2000 – 11 с.

