



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Основи теорії похибок та невизначеності вимірювань

Шифр та назва спеціальності

175 – Інформаційно-вимірювальні технології

Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Інформаційно-вимірювальні технології збору та обробки даних

Кафедра

Інформаційно-вимірювальні технології і системи (173)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Вільного вибору

Семестр

5

Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



**Чуніхіна Тетяна Віталіївна**

[Tetiana.Chunikhina@khpi.edu.ua](mailto:Tetiana.Chunikhina@khpi.edu.ua)

К.т.н., доцентка, доцентка кафедри інформаційно-вимірювальних технологій і систем НТУ "ХПІ".

Досвід педагогічної роботи-22 роки. Має понад 80 наукових публікацій (4 з них-із індексуванням у Scopus). Основні курси – Основи метрології та електричних вимірювань, Основи теорії похибок та невизначеності вимірювань, Fundamentals of metrology and electrical measurements, Невизначеність вимірювань,

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

[https:// www.kpi.kharkov.ua/ukr/department/informatsijno-vimiryuvalni-tehnologiyi-i-sistemi/](https://www.kpi.kharkov.ua/ukr/department/informatsijno-vimiryuvalni-tehnologiyi-i-sistemi/)

## Загальна інформація

### Анотація

Курс "Основи теорії похибок та невизначеності вимірювань" вивчає основні поняття метрології та вимірювальної техніки, основи теорії похибок вимірювань і похибок засобів вимірювальної техніки, методи обробки результатів вимірювань, надає теоретичні відомості з невизначеності вимірювань.

### Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни є навчити студентів основним поняттям і термінам метрології та вимірювальної техніки, основам теорії похибок і невизначеності вимірювань. Сформувати у студентів уміння виявляти джерела похибок вимірювань, кваліфіковано проводити обробку результатів різних видів вимірювань, оцінювати невизначеність результатів вимірювань під час проведення випробувань у різних галузях промисловості.

## Формат занять

Лекції та практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

## Компетентності

ФК1. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання.

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.

ФК9. Здатність до здійснення, налагодження і дослідної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах.

## Результати навчання

ПР02. Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту.

ПР03. Розуміти широкий міждисциплінарний контекст спеціальності, її місце в теорії пізнання і оцінювання об'єктів і явищ

ПР08. Вміти організовувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування.

ПР11. Знати стандарти з метрології, засобів вимірювальної техніки та метрологічного забезпечення якості продукції.

ПР12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.

ПР13. Знати та вміти застосовувати сучасні інформаційні технології для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 креда ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного вивчення курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Вища математика", "Фізика", "Основи забезпечення єдності вимірювань", "Теорія електромагнітних кіл", "Основи метрології".

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Навчальні та методичні матеріали доступні студентам на офіційному сайті кафедри "Інформаційно-вимірювальні технології та системи".

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

**Тема 1. Загальні відомості про вимірювання та засоби вимірювальної техніки (ЗВТ).**

Основні терміни та визначення метрології. Вимірювальні операції. Класифікація ЗВТ за функціональним призначенням. Впливні величини. Умови вимірювання (умови експлуатації ЗВТ). Різновиди вимірювань у залежності від точності вимірювань, від кількості спостережень, від функціональної залежності між безпосередньо вимірюваними величинами та тими, що розшуковуються.

**Тема 2. Класифікація похибок вимірювань.**

Інструментальні похибки, суб'єктивні похибки, методичні похибки. Систематичні та випадкові похибки, абсолютна та відносна похибки. Точність вимірювання.

### **Тема 3. Класифікація похибок засобів виміральної техніки.**

Абсолютні, відносні, зведені похибки, варіація показів ЗВТ, гранична похибка. Систематичні та випадкові похибки. Адитивні та мультиплікативні похибки. Статичні та динамічні похибки. Основні та додаткові похибки. Похибка взаємодії.

### **Тема 4. Метрологічні характеристики ЗВТ. Способи завдання класів точності ЗВТ.**

Метрологічні характеристики ЗВТ, які визначають результат вимірювання та похибку вимірювання. Різні способи завдання класів точності ЗВТ у залежності від того, яка похибка ЗВТ (адитивна чи мультиплікативна) є домінуючою. Стандартизований ряд значень для завдання класів точності.

### **Тема 5. Ймовірнісні характеристики похибок і результатів вимірювань.**

Особливості інтегрального та диференційного законів розподілу результатів та похибок вимірювань, як випадкових величин. Визначення ймовірності знаходження результату та похибки вимірювання в заданому інтервалі. Чисельні характеристики нормального, рівномірного, трикутного розподілів та розподілу Лапласа.

### **Тема 6. Статистичні характеристики похибок і результатів вимірювань.**

Статистичні оцінки точкових та інтервальних характеристик результатів та похибок вимірювань.

Показники якості статистичних оцінок результатів та похибок вимірювань.

### **Тема 7. Методи підсумовування похибок вимірювань.**

Загальна задача підсумовування похибок вимірювання. Методи підсумовування систематичних похибок, невилучених систематичних похибок та випадкових похибок.

### **Тема 8. Обробка прямих та непрямих вимірювань.**

Оцінка результату і похибки прямих (одноразових і багаторазових) вимірювань. Критерії перевірки приналежності результатів вимірювань до того чи іншого розподілу випадкових величин (складений критерій, критерій Пірсона). Оцінка результатів і похибок опосередкованих вимірювань.

### **Тема 9. Основні принципи концепції невизначеності вимірювань.**

Поняття модельного рівняння. Класифікація невизначеностей вхідних величин у залежності від способу їх оцінювання (невизначеність за типом А, невизначеність за типом В). Оцінювання стандартних невизначеностей вхідних величин.

### **Тема 10. Алгоритм оцінювання невизначеності вимірювань.**

Поняття внеску невизначеності вхідної величини в невизначеність вимірюваної величини. Розрахунок сумарної стандартної невизначеності, коефіцієнту охоплення та розширеної невизначеності. Подання результату вимірювання в теорії невизначеності. Складання бюджету невизначеності.

## **Теми практичних занять**

Тема 1. Розв'язання задач на різні способи завдання класів точності засобів виміральної техніки. Подання результату вимірювання та порівняння результатів вимірювань за точністю.

Тема 2. Визначення ймовірності знаходження результату та похибки вимірювання в заданому інтервалі у разі прямокутного закону розподілу.

Тема 3. Обробка результатів прямих (одноразових і багаторазових) вимірювань.

Тема 4. Розв'язання задач на інтервальні оцінки.

Тема 5. Обробка результатів опосередкованих вимірювань.

Тема 6. Оцінювання стандартних невизначеностей за типом А та за типом В.

Тема 7. Оцінювання невизначеності результату вимірювання зі складанням бюджету невизначеності.

Тема 8. Особливості оцінювання невизначеності вимірювань в харчовій та хімічній промисловостях.

## **Самостійна робота**

Самостійна робота передбачає опрацювання лекційного матеріалу, розв'язання задач у якості домашнього завдання після кожного практичного заняття, виконання розрахункового завдання з

розрахунку невизначеності вимірювань для конкретного засобу вимірювальної техніки.

Розрахункове завдання оформлюється у письмовому вигляді.

Перевірка засвоєння теоретичного матеріалу здійснюється шляхом обговорення питань на лекціях та включення цього матеріалу до складу модулів. Оцінювання виконання розрахункового завдання здійснюється шляхом його перевірки викладачем зі вказанням студентові на помилки, якщо вони присутні.

Крім того, на самостійну роботу студентів виносяться наступні питання: чисельні характеристики розподілу Лапласа; застосування критерія Пірсона для визначення виду функції щільності розподілу ймовірності.

## Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Чинков В. М. Основи метрології та вимірювальної техніки: Навч. посібн. - 2-ге вид., перероб. і доп. - Харків: НТУ «ХПІ», 2005. –524 с.
2. JCGM 200:2008. International vocabulary of metrology-Basic and general concepts and associated terms (VIM).
3. Захаров І.П. Порівняльний аналіз характеристик точності вимірювань: монографія/ І.П. Захаров. - Харків: Оберіг, 2019. - 100 с.
4. Дорожовець М., Мотало В., Стадник Б., Василюк В., Борек Р., Ковальчик А. Основи метрології та вимірювальної техніки. – У 2-х томах.– Львів: Вид-во Національного університету «Львівська політехніка». - 2005.
5. OIML R-34 Accuracy classes of measuring instruments. Edition 1979. International recommendation.
6. Забезпечення єдності електрорадіовимірювань// за редакцією д.т.н., проф. Ю. Ф. Павленка (навч. посібник). - Харків: НТУ «ХПІ», 2011. –232 с.
7. EA-4/02 M: 2022 Evaluation of the Uncertainty of Measurement in calibration. Publication reference.
8. Semyon G. Rabinovich. Measurements errors and uncertainties. Theory and practice. Third edition. Springer Science and Media, Inc. USA. – 2005. - 308 p.
9. Захаров І.П., Чуніхіна Т.В., Папченко В.Ю., Матвеева Т.В. Невизначеність вимірювань при виконанні кількісного хімічного аналізу насіння соняшника. Український метрологічний журнал. Харків, 2020. № 3А. С. 182 – 185.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100 балів підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40 балів) та поточного оцінювання (60 балів).  
Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.  
Поточне оцінювання: за результатами виконання лабораторних робіт (40 балів) та курсовий проект (20 балів).

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність.

Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## **Погодження**

Силабус погоджено

30.08.2023 р.

**Завідувач кафедри**  
Володимир БАЛЄВ

30.08.2023 р.

**Гарант ОП**  
Сергій ПЛЕСНЕЦОВ