



ОСНОВИ ТЕОРІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>151 Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кр. (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / поточний контроль, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доц. Лакоза Сергій Леонідович, s.lakoza@kpi.ua Практ. роботи : к.т.н., доц. Лакоза Сергій Леонідович, s.lakoza@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom Код класу 7a46tad Посилання для запрошення https://classroom.google.com/c/MTc2NzgZODc4Mjk4?cjc=7a46tad</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Основи теорії вимірювальних приладів» призначена для формування цілісного єдиного підходу при оцінці різноманітних засобів вимірювання, вона необхідна студентам для аналізу і розрахунку похибок засобів вимірювання при курсовому та дипломному проектуванні. У дисципліні буде вивчатися метрологічне забезпечення засобів вимірювання; універсальні підходи щодо опису характеристик засобів вимірювання; аналіз та розрахунок статичних та динамічних похибок приладів. Більшість сучасних вимірювачів виконує обробку вхідних даних за допомогою мікроконтролерів, а тому в дисципліні також розглядаються питання оцінки точності та атестації алгоритмів та програм.

Метою дисципліни є посилення у студентів здатностей:

- ЗКО1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗКО8. Здатність працювати в команді.
- ФК 2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.
- ФК 4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних

моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

Основні завдання кредитного модуля.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- ПРН 2. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.
- ПРН 6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.
- ПРН 7. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дана дисципліна є вибіркою, для її успішного освоєння студент повинен набути компетентності та отримати результати навчання за освітніми компонентами, які вивчаються на 1-му та 2-му курсах і передбачені освітньою програмою. Вивчення дисципліни базується на знаннях з дисциплін «Вища математика», «Додатковий курс фізики» та «Електротехніка».

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, курсовому проектуванні та при виконанні випускної кваліфікаційної роботи.

2. Зміст навчальної дисципліни

• Розділ 1. Основи теорії вимірювальних приладів

- Тема 1.1. Метрологічне забезпечення засобів вимірювання та основні поняття метрології
- Тема 1.2. Засоби вимірювання та теорія похибок приладів
- Тема 1.3. Сигнали вимірювальної інформації. Основи оцінювання похибок алгоритмів та програм. Передача вимірювальної інформації
- Тема 1.4. Похибки алгоритмів

3. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем [Електронний ресурс] : підручник / В. П. Бабак, С. В. Бабак, В. С. Єременко та ін. – 2-е вид., перероб. і доп. – Київ : Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. – 496 с.

2. Нестерчук Д.М. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О.Квітка, С.В.Галько. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 206 с.

3. Лакоза, С. Л. Основи теорії вимірювальних приладів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані

технології та системи навігації і керування» і «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / С. Л. Лакоза ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 51 с.

Допоміжна

1. Шовкун І. Д. Вступ до техніки вимірювань. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка», освітньою програмою «Електронні мікро- і наносистеми та технології» та за спеціальністю 171 «Електроніка», освітньою програмою «Електроніка та телекомунікації» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. І. Д. Шовкун, О. В. Семеновська, Т. А. Саурова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 147 с.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання – лекції, практичні заняття та самостійна робота студентів. Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, виконання домашньої контрольної роботи згідно індивідуального завдання, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

1. Основні поняття метрології та вимірювань. Методи вимірювання. Класифікація сигналів. Базові структурні схеми засобів вимірювання.
2. Похибки засобів вимірювання. Основні причини їх виникнення. Шуми у засобах вимірювання.
3. Метрологічні характеристики засобів вимірювання. Похибки нелінійності.
4. Похибки нелінійності. Приведення похибок до стандартного виду. Вимірювання. Класи точності засобів вимірювання та нормування основних і додаткових похибок приладів.
5. Характеристики точності засобів вимірювання. Структурні схеми приладів. Формули лінійної теорії точності для розрахунку похибок базових схем вимірювальних ланцюгів.
6. Динамічні характеристики засобів вимірювання. Динамічні похибки.
7. Методи розрахунку динамічних та усталених похибок вимірювальних приладів.
8. Динамічні похибки. Вплив відхилень параметрів ЗВ від номінальних значень. Розрахунок динамічних похибок при збуреннях, обмежених по модулю.
9. Динамічні похибки. Розрахунок динамічних похибок при збуреннях, обмежених по модулю. Випадкові величини та їх характеристики.
10. Підсумовування випадкових похибок з різними законами розподілу. (4 години)
11. Методи підвищення точності засобів вимірювання.(4 години)
12. Поняття модуляції і демодуляції. Амплітудна модуляція. Спектр амплітудно-модульованого сигналу. Демодуляція та оцінка корисних складових сигналу.
13. Частотна та фазова модуляція. Спектр сигналу з кутовою модуляцією.
14. Похибки цифрової обробки сигналів. Основні похибки обчислювальних машин та похибки реалізації алгоритмів.

15. Оцінка похибок обчислення та похибок алгоритмів. (4 години)

Практичні заняття:

1. Оцінка аналітичної моделі експериментальних вимірювань за допомогою апроксимації методом найменших квадратів. (4 години)
2. Розрахунок числових характеристик випадкових величин з типовими законами розподілу. (4 години)
3. Класи точності вимірювачів. Оцінка адитивної, мультиплікативної та сумарної похибки. (4 години)
4. Лінеаризація статичних характеристик. Оцінка методичної похибки. Приведення похибки до стандартного виду. (4 години)
5. Розрахунок характеристики точності засобів вимірювання з використанням лінійної теорії точності для типових схем побудови засобів вимірювання. (4 години)
6. Розрахунок динамічних похибок у часовій області. Розрахунок динамічних похибок частотними методами. (4 години)
7. Знаходження сумарної похибки засобу вимірювання при різному розподілі складових похибок. Найпростіша модуляція/демодуляція. (4 години)
8. Розрахунок похибок обчислення в алгоритмах мікроконтролерів. (4 години)

На останньому практичному занятті студентам виставляється залік або пишеться залікова контрольна робота.

Контрольні роботи

За планом передбачено виконання модульної контрольної роботи, яка поділена на дві частини.

Модульна контрольна робота, частина 1. Розрахунок похибки засобів вимірювання.

Проводиться в аудиторії на практичному занятті після проведення практичної роботи 5. Кожне завдання містить 1 практичну задачу щодо розрахунку характеристик та похибок лінійних вимірювальних ланцюгів з 3 лінійних елементів вимірювального ланцюга.

Модульна контрольна робота, частина 2. Динамічні похибки.

Проводиться в аудиторії на практичному занятті після проведення практичної роботи 7. Кожне завдання містить 2 практичні задачі щодо розрахунку динамічних похибок часовими та частотними методами.

5. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, виконання модульної контрольної роботи згідно індивідуального завдання, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На самостійну роботу студентів виділяється 48 годин, з яких 6 годин - на підготовку до заліку, 42 години - на опрацювання матеріалів лекцій, практичних робіт та навчальної літератури відповідно до структури дисципліни.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**

- не запізнюватись на заняття; при запізненні більш ніж на 15 хв., заходити на другу пів пару, щоб не відволікати присутніх; попереджати про пропуск заняття з поважної причини чи у разі хвороби (підтвердити ксерокопією медичної довідки);
- при навчанні в дистанційному режимі: Zoom-конференція за посиланням:

<https://us02web.zoom.us/j/81953292374?pwd=VVqraHY5YzdCbjdFTjJkYlFFdytqUT09>

- **правила поведінки на заняттях:**

- забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або підтримання здоров'я;
- дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
- забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;

- **правила виконання завдань на практичних заняттях**

- на практичному занятті студент надає виконане практичне завдання для перевірки викладачу, під час опитування відповідає на запитання викладача;
- надсилає виконане практичне завдання за темою заняття на електронну адресу викладача, Telegram канал або розміщені на платформі дистанційного навчання Moodle (при дистанційному навчанні), під час опитування відповідає на запитання викладача;
- в окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту виконаного практичного завдання;

- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**

- штрафні бали призначаються за несвоєчасне написання контрольних робіт та захист домашньої контрольної роботи, заохочувальні – за виконання ускладнених завдань;
- максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;

- **політика дедлайнів та перескладань:**

- перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин;
- вчасним захист вважається в межах двох аудиторних занять наступної практичної роботи (поточною вважається практична робота, завдання з якої хоче захистити студент) навчального часу відповідно до силабусу та/або календарного плану;
- невчасним вважається захист робіт з затримкою більше ніж на два заняття наступної практичної роботи, порушення даного дедлайну призводить до зменшення кількості балів за роботи та оцінюється на 1 бал нижче, ніж вказано п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;

- **політика округлення рейтингових балів:**

- округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;
- при округленні до цілого числа всі цифри, що йдуть за наступним розрядом замінюються нулями;
- якщо цифра розряду, що залишився, 5 або більша, то ціле число збільшується на одиницю, а розряд прирівнюється до нуля;
- якщо цифра розряду, що залишився, менша за 5, то ціле число не змінюється, а розряд прирівнюється до нуля.

- **політика оцінювання контрольних заходів:**

- оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролі результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 50% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
- негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	виконання та захист практичних робіт (практичні роботи №1-4 відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	8	9	72
2	виконання модульної контрольної роботи	1	28	28
			Усього:	100

Практична робота оцінюється у 9 балів:

- повне та вчасне виконання завдання без помилок (вірно не менше 95% наданої інформації – 9 балів;
- повне та вчасне виконання завдання з незначними помилками (правильно не менше 80% наведеної інформації) – 7-8 балів;
- неповне виконання завдання з помилками (без втрати цінності виконаної роботи (правильно не менше 60% наведеної інформації) – 6 балів.
- робота не виконана або виконана із численними та грубими помилками (правильно менше 60% наведеної інформації) – 0 балів.

Модульна контрольна робота оцінюється у 28 балів. Оцінка за модульну контрольну роботу складається з суми балів отриманих за 3 завдання, що входять в неї. Перше практичне завдання (МКР, частина 1) оцінюється в 10 балів:

- повне та вчасне виконання завдання без помилок (вірно не менше 95% наданої інформації) – 10 балів;
- повне та вчасне виконання завдання з незначними помилками (правильно не менше 75% наведеної інформації) – 7-9 балів;
- неповне виконання завдання з помилками (без втрати цінності виконаної роботи), з запізненням виконання та захисту (правильно не менше 60% наведеної інформації) – 6 балів.
- робота не виконана або виконана із численними та грубими помилками (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Друге та третє практичне завдання (МКР, частина 2) оцінюється кожне в 9 балів:

- повне та вчасне виконання завдання без помилок (вірно не менше 95% наданої інформації) – 9 балів;
- повне та вчасне виконання завдання з незначними помилками (правильно не менше 75% наведеної інформації) – 7-8 балів;
- неповне виконання завдання з помилками (без втрати цінності виконаної роботи), з запізненням виконання та захисту (правильно не менше 60% наведеної інформації) – 5,4-6 балів.
- робота не виконана або виконана із численними та грубими помилками (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме на менш ніж 16 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 27 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 38 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 64 балів).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: виконання всіх практичних робіт, зарахування 5 з 8 практичних робіт, зарахування мінімум одного із завдання з МКР, семестровий рейтинг не менше 40 балів.

Студенти, які бажають підвищити оцінку, можуть виконувати залікову контрольну роботу, яка складається з трьох запитань теоретичного та практичного характеру.

Підсумкова оцінка студента складається з суми балів отриманих за модульну контрольну роботу та оцінки за залікову контрольну роботу, яка оцінюється в 72 бали. Залікова контрольна робота складається з 2 теоретичних питань та 1 практичного завдання. Практичне завдання оцінюється в 40 балів. Кожне теоретичне питання оцінюється максимум на 16 балів:

Система оцінювання теоретичних питань:

- повна відповідь (вірно не менше 95% наданої інформації) – 15-16 балів;
- достатньо повна відповідь (правильно не менше 75% наведеної інформації) – 12-14 балів;
- відповідь є обмеженою та з деякими помилками (правильно не менше 60% наведеної інформації) – 9,6-11 балів;
- відповідь відсутня, або відповідь неправильна (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Система оцінювання практичного завдання:

- повністю правильно виконане завдання (вірно не менше 95% наданої інформації) – 38-40 балів;
- повна відповідь з незначними помилками або неточностями (правильно – не менше 75% наведеної інформації) – 30-37 балів;
- відповідь є обмеженою та з деякими помилками (правильно – не менше 60% наведеної інформації) – 24-29 балів;
- відповідь відсутня, або відповідь неправильна (правильно – менше 60% наведеної інформації) – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «*Основи теорії вимірювальних приладів*» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри КІОНС, к.т.н., доц. Лакозою С.Л.

Ухвалено кафедрою комп'ютерно-інтегрованих оптичних і навігаційних системи (протокол № 14 від 06.07.2022 року)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року)