



ВСТУП ДО ТЕХНІКИ ВИМІРЮВАНЬ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</i>
Спеціальність	<i>176 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Електронні мікро- і наносистеми та технології, Мікро- та наноелектроніка</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., Семеновська Олена Володимирівна, helensem-ee@Ill.kpi.ua</i> Практичні / Семінарські: <i>к.т.н., Семеновська Олена Володимирівна, helensem-ee@Ill.kpi.ua; к.т.н., Саурова Тетяна Азадівна, saurowa-ee@Ill.kpi.ua</i> Лабораторні: <i>к.т.н., Семеновська Олена Володимирівна, helensem-ee@Ill.kpi.ua; к.т.н., Саурова Тетяна Азадівна, saurowa-ee@Ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	Google classroom: i7lmebg

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Вступ до техніки вимірювань» належить до циклу вибіркових навчальних дисциплін. Предметом навчальної дисципліни є отримання кількісної та якісної інформації про властивості фізичних об'єктів і процесів із заданою точністю і достовірністю.

Методи метрології – це сукупність фізичних та математичних методів, які використовуються для отримання вимірювальної інформації. Зокрема, це планування та організація вимірювального експерименту, методи і методики вимірювань, методи відтворення, зберігання та передавання одиниць фізичних величин, методи вимірювальних перетворень сигналів, опрацювання результатів вимірювань тощо.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- знати принципи, методи та алгоритми вимірювання фізичних розмірів, принципи організації процесу вимірювань;
- вміти обробляти результати вимірювань, вибирати оптимальний метод і прилад для вимірювання, проводити метрологічний аналіз схеми та методу вимірювання; набути

практичних навиків використання в лабораторній практиці амперметрів, вольтметрів, осцилографів, джерел струму та напруги, магазинів опорів та ін.

Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання принципів, методів та алгоритмів вимірювання фізичних розмірів, принципів організації процесу вимірювань;

уміння: обробляти результати вимірювань, вибирати оптимальний метод і прилад для вимірювання, проводити метрологічний аналіз схеми та методу вимірювання;

досвід: набути практичних навиків використання в лабораторній практиці амперметрів, вольтметрів, осцилографів, джерел струму та напруги, магазинів опорів та ін.

Дисципліна формує **загальні** та **фахові компетентності**:

ЗК1 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК2 – Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК6 – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ФК8 – Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем;

ФК10 – Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання.

Програмні результати навчання:

ПРН4 – Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки;

ПРН5 – Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки.;

ПРН6 – Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати;

ПРН7 – Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів;

ПРН10 – Розробляти технічні засоби діагностування технічного стану мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки;

ПРН15 – Застосовувати розуміння теорії стохастичних процесів, методи статистичної обробки та аналізу даних при розв'язанні професійних завдань.

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

Міждисциплінарні зв'язки: вихідна дисципліна; підґрунтям дисципліни «Вступ до техніки вимірювань» є «Загальна фізика» та «Математика»; дисципліна «Вступ до техніки вимірювань» забезпечує наступні дисципліни: «Теорія електричних кіл», «Мікрохвильова техніка», «Твердотільна електроніка» і «Схемотехніка».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ВИМІРЮВАНЬ.

1.1. Предмет і завдання метрології.

1.2. Фізичні властивості і величини.

- 1.3. Класифікація вимірювань.
- 1.4. Основні операції процесу вимірювання.
- 1.5. Метрологічні схеми вимірювальних приладів.

Розділ 2. ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ.

- 2.1. Класифікація похибок вимірювань.
- 2.2. Систематичні похибки і джерела їх виникнення.
- 2.3. Інструментальні похибки і джерела їх виникнення.
- 2.4. Випадкові похибки і джерела їх виникнення.
- 2.5. Похибки опосередкованих вимірювань.

Розділ 3. ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ.

- 3.1. Основні операції опрацювання результатів вимірювань.
- 3.2. Інформаційна концепція вимірювання.

Розділ 4. ВИМІРЮВАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН У ЦИФРОВИЙ ЕКВІВАЛЕНТ.

- 4.1. Вимірювальні сигнали.
- 4.2. Квантування за інтенсивністю.
- 4.3. Квантування в часі.

Розділ 5. ЗАСОБИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.

- 5.1. Класифікація та основні характеристики засобів вимірювальної техніки.
- 5.2. Міри фізичних величин. Вимірювальні перетворювачі.
- 5.3. Аналогові вимірювальні прилади.
- 5.4. Цифрові вимірювальні прилади.
- 5.5. Вимірювання електричних величин аналоговими і цифровими вимірювальними приладами.
- 5.6. Вимірювання фізичних величин методами безпосереднього порівняння з мірою.

Розділ 6. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

- 6.1. Забезпечення єдності вимірювань.
- 6.2. Метрологічна служба України. Міжнародні метрологічні організації.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Шовкун І.Д. Вступ до техніки вимірювань. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка», освітньої програми «Електронні мікро- і наносистеми та технології» та спеціальності 171 «Електроніка», освітньої програми «Електроніка та телекомунікації»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І.Д. Шовкун, О.В. Семеновська, Т.А. Саурова – Електронні текстові дані (1 файл: 3317 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 147 с.
2. Шовкун І.Д. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів з дисципліни «Вступ до техніки вимірювань» для студентів напрямів підготовки 6.050801 Мікро- та наноелектроніки 6.070802 Електронні пристрої та системи, освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр за спеціальностями «Мікроелектроніка», «Фізична та біомедична електроніка», «Електронні прилади та пристрої», «Електронні системи»/ І.Д. Шовкун, О.В. Семеновська, Т.А. Саурова, – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 55 с. (електронний кампус)
3. Поліщук Є.С. та інш. Метрологія та вимірювальна техніка. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 544 с.
4. Дорожовець М.М. та інш. Основи метрології та вимірювальної техніки. Том 1, 2. – Львів: «Львівська політехніка». 2005.
5. Головка Д.Б., Реґо К.Г., Скрипник Ю.О. Основи метрології та вимірювань. Навч. посібник – К.: Либідь, 2001. – 408 с.

6. Ціделко В.Д., Яремчук Н.А. Невизначеність вимірювання. – К.: ІВЦ «Видавництво Політехніка», 2002. – 176 с.
7. Шпінь О. П. Прикладна метрологія. – К. НТУУ «КПІ», 2007.

Додаткова література:

8. Бичківський Р.В. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація. – Львів: «Львівська політехніка», 2004. – 560 с.
9. Величко О. М. Основи стандартизації та сертифікації: підручник для студентів вищ. навч. закл. / О. М. Величко, В. Ю. Кучерук, Т. Б. Гордієнко, В.М.Севастьянов. За заг. ред. О.М.Величка. - Херсон : Олді-плюс, 2013. - 364 с.
10. Лавренова Д. Л. Основи метрології та електричних вимірювань: навчальний посібник / Д. Л. Лавренова, В. М. Хлистов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид., перероб. і доп. –, 2019. – 133 с.
11. Кухарчук В. В. Основи метрології та електричних вимірювань : підручник / В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 522 с
12. Солтис І.В. Основи метрології: навчальний посібник / автори.: І.В. Солтис, О.В. Деревянчук, Чернівці: Чернівецький нац. унтет, 2021, 152 с
13. Гужій А.М., Поворознюк Н.І. Електричні і радіотехнічні вимірювання. Посібник для пед. працівників. К.: Навч. книга, 2002. – 287 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Предмет і завдання метрології. (Метрологія – наука про вимірювання. Роль метрології в загальнонаукових методах пізнання. Науковий та технічний аспекти метрології. Засоби метрології. Еталони фізичних величин.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 6 – 7].</p> <p>Фізичні властивості і величини. (Якісні і кількісні характеристики вимірюваних величин. Реальні та ідеальні величини. Розмір та розмірність фізичної величини. Одиниця фізичної величини. Системи одиниць. Міжнародна система одиниць СІ.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 7 – 14].</p>
2	<p>Класифікація вимірювань. (Загальна класифікація вимірювань. Способи вимірювань: прямі вимірювання, непрямі (опосередковані) вимірювання, сумісні (спільні) та сукупні вимірювання.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 17 – 20].</p> <p>Метрологічні схеми вимірювальних приладів. (Метрологічна схема вимірювального механізму, електронно-променевого осцилографа.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 136 – 146].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Принцип одержання зображення сигналу в електронно-променевому осцилографі. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
3	<p>Основні операції процесу вимірювання. (Створення міри, порівняння, вимірювальне перетворення, масштабне перетворення. Типи мір, типи масштабних перетворювачів. Пристрій порівняння. Методи вимірювання. Шкали вимірювань.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 21 – 27].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Методи вимірювань. Поняття про точність вимірювань. Основи забезпечення єдності вимірювань. Зразкові засоби вимірювань. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
4	<p>Класифікація похибок вимірювань. (Класифікація похибок вимірювань: за способом вираження, за зв'язком з вимірювальною величиною, за характером прояву, за</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	<p>поведінкою в процесі вимірювань, за місцем виникнення. Похибки абсолютна і відносна, основна, додаткова і зведена, адитивна і мультиплікативна, статична і динамічна.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 30 – 37].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Способи визначення прогресуючої (дрейфової) похибки. Способи виявлення і усунення систематичних похибок: метод заміщення, метод протиставлення. [Осн. літ. 1 – 8].</p> <p>Інструментальні похибки. (Нормування похибок приладу. Класи точності вимірювальних приладів, оцінювання основної похибки засобу вимірювання, представлення результатів вимірювань.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 38 – 47].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Спеціальні способи нормування похибок засобів вимірювання. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
5	<p>Систематичні похибки і джерела їх виникнення. (Класифікація систематичних похибок. Методичні похибки при вимірюванні струму, напруги, опору. Поправка до результату вимірювань. Способи виявлення й усунення систематичних похибок.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 47 – 49].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Джерела виникнення систематичних похибок. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
6	<p>Випадкові похибки і джерела їх виникнення. (Ймовірнісні характеристики випадкових похибок. Функції розподілу випадкових похибок. Рівномірний та нормальний закони розподілу похибок.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 50 – 57].</p>
7	<p>Випадкові похибки і джерела їх виникнення. (Числові параметри випадкових похибок: математичне сподівання, дисперсія, середньоквадратичне (стандартне) відхилення. Довірчі границі, довірча ймовірність, максимальна похибка.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 57 – 59].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Трапеційний, трикутний (Сімпсона) закони розподілу випадкової похибки. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
8	<p>Похибки опосередкованих вимірювань. (Визначення результатів опосередкованих вимірювань, похибки при опосередкованих вимірюваннях.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 60 – 64].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Опосередковане вимірювання потужності, опосередковане вимірювання опору. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
9	<p>Основні операції опрацювання результатів вимірювань. (Нехтування похибками. Заокруглення похибок і подання результату вимірювання. Сумісне підсумування систематичних та випадкових похибок. Способи виявлення та зменшення систематичних похибок. Рандомізація. Форми представлення результатів вимірювань. Грубі похибки та методи їх виключення.) <u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 65 – 74].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Вимірювання з багаторазовими рівноточними спостереженнями. Гістограма розподілу похибок. Розподіл похибки усередненого результату. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
10	<p>Інформаційна концепція вимірювання. (Ентропія, кількість вимірювальної інформації. Визначення ентропійного значення за законом розподілу і за гістограмою. Заміна гістограм законом розподілу вибраної форми. Гранична визначеність величини, яка вимірюється.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 74 – 78].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Загальні властивості інформації та їх вимірювання й оцінювання. Поняття новизни інформації. Інструменти оцінювання новизни інформації. [Осн. літ. 1 – 8].</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
11	<p>Вимірювальні сигнали. Квантування за інтенсивністю. Квантування в часі. (Моделі сигналів. Характеристики періодичних сигналів. Квантування за інтенсивністю та в часі. Похибки квантування.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 79 – 96].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Методи квантування: аналого-цифровий перетворювач і цифро-аналоговий перетворювач. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
12	<p>Класифікація та основні характеристики засобів вимірювальної техніки. (Класифікація засобів вимірювальної техніки за призначенням, залежно від метрологічних функцій. Елементарні засоби вимірювань. Комплексні засоби вимірювань. Метрологічні характеристики ЗВТ та їх нормування. Похибки ЗВТ.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 97 – 107].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Показ, відлік, стала і ціна поділки ЗВТ. [Осн. літ. 1 – 8].</p> <p>Міри фізичних величин. Вимірювальні перетворювачі. (Вимірювальні перетворювачі: шунти, додаткові резистори, подільники напруги, вимірювальні трансформатори. Похибки вимірювальних перетворювачів.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Міри електричних величин. Калібратори електричних величин. Похибки мір. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
13	<p>Аналогові вимірювальні прилади. (Класифікація аналогових вимірювальних приладів. Електромеханічні аналогові вимірювальні прилади: структура, функція перетворення, системи. Магнітоелектричні, електромагнітні, електродинамічні вимірювальні прилади. Випрямні, термоелектричні вимірювальні прилади.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 111 – 118].</p>
14	<p>Аналогові вимірювальні прилади. (Електронні аналогові вимірювальні прилади та їх функціональні схеми.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 118 – 126].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Електростатичні та індукційні вимірювальні прилади. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
15	<p>Цифрові вимірювальні прилади. (Цифрові прилади для вимірювання електричних величин. Цифрові вольтметри. Цифровий осцилограф.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 127 – 146].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Метрологічні схеми цифрового вольтметра і цифрового осцилографа.) [Осн. літ. 1 – 8].</p>
16	<p>Вимірювання електричних величин аналоговими і цифровими вимірювальними приладами. (Вимірювання постійних струму і напруги. Вимірювання змінних струму і напруги. Вимірювання параметрів сигналів електронно-променевим осцилографом.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор.].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Вимірювання електричного опору. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
17	<p>Вимірювання фізичних величин методами безпосереднього порівняння з мірою. (Мостові вимірювальні кола постійного і змінного струму. Компенсаційні методи вимірювання. Компаратори електричних величин.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор.].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Класифікація методів вимірювань, основаних на безпосередньому порівнянні з мірою. [Осн. літ. 1 – 8].</p>
18	<p>Забезпечення єдності вимірювань. (Єдність вимірювань та їх метрологічне забезпечення. Метрологічний контроль і нагляд за засобами вимірювальної техніки. Міжнародне оцінювання невизначеності вимірювань.)</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> таблиці, графіки [Осн. літ. 1, стор. 145 – 146].</p> <p>Метрологічна служба України. Міжнародні метрологічні організації. [Осн. літ. 1, стор. 146 – 147].</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	<u>Завдання на СРС:</u> Метрологічна служба України. Міжнародні метрологічні організації. [Осн. літ. 1 – 8].

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: набуття практичних навичок у студентів із розв’язування прикладних задач для якісного засвоєння навчальної дисципліни; вміння правильно інтерпретувати, представляти результати вимірювань і використовувати методи виявлення та зменшення похибок вимірювань.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Вимірювання фізичної величини. (Класифікація вимірювань фізичних величин. Системи одиниць. Міжнародна система одиниць. Еталони, зразки.) [Осн. літ. 2, стор.4 – 5]. <u>Завдання на СРС:</u> Запишіть значення фізичних величин використовуючи кратні і дольні приставки. Запишіть значення фізичних величин у вказаних одиницях. [Осн. літ. 2, стор. 5].
2	Похибки вимірювань. (Визначення поняття похибки. Класифікація похибок вимірювання. Похибки абсолютна, відносна, зведена.) [Осн. літ. 2, стор. 6]. <u>Завдання на СРС:</u> Задачі на визначення абсолютної, відносної, зведеної похибок вимірювань [Осн. літ. 2, стор. 8].
3	Систематичні похибки. (Джерела виникнення систематичних похибок. Методичні похибки. Визначення та введення поправки.) [Осн. літ. 2, стор. 9 – 16]. <u>Завдання на СРС:</u> Задачі на визначення методичних похибок вимірювання. [Осн. літ. 2, стор. 16 – 17].
4	Інструментальні похибки. (Джерела виникнення інструментальних похибок. Класи точності вимірювальних приладів.) [Осн. літ. 2, стор. 6 – 7]. <u>Завдання на СРС:</u> Задачі на визначення класу точності вимірювальних приладів. [Осн. літ. 2, стор. 8].
5	Випадкові похибки. (Джерела виникнення випадкових похибок. Закони розподілу густини ймовірності. Рівномірний закон розподілу випадкової похибки.) [Осн. літ. 2, стор. 28 – 35]. <u>Завдання на СРС:</u> Задачі на визначення розподілу густини ймовірності розподілу випадкової похибки [Осн. літ. 2, стор. 35– 36].
6	Випадкові похибки. (Нормальний закон розподілу. Інтеграл ймовірності. Числові параметри законів розподілу: математичне сподівання (очікування), дисперсія, середньоквадратичне відхилення. Довірчий інтервал, довірча ймовірність. Максимальна похибка. Додавання похибок.) [Осн. літ. 2, стор. 28 – 35]. <u>Завдання на СРС:</u> Задачі на визначення математичного сподівання (очікування), дисперсії, середньоквадратичного відхилення, класу точності приладу, коли похибка має випадковий характер. [Осн. літ. 2, стор. 35 – 36].
7	Похибки опосередкованих вимірювань. (Методика визначення та розрахунку похибок опосередкованих вимірювань. Методична та інструментальні похибки опосередкованих вимірювань.) [Осн. літ. 2, стор. 18 – 27]. <u>Завдання на СРС:</u> методичних та інструментальних похибки при опосередкованому вимірюванні. [Осн. літ. 2, стор. 27 – 28].
8	Перетворення аналогових величин в цифровий еквівалент. (Дискретизація і квантування неперервного в часі сигналу. Похибки квантування за інтенсивністю і в часі.) [Осн. літ. 2, стор. 40 – 42].

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
	<u>Завдання на СРС:</u> Задачі на визначення абсолютної та відносної похибок квантування та дискретизації неперервного в часі сигналу [Осн. літ. 2, стор. 42].
9	Електричні сигнали. (Моделі електричних сигналів та їх енергетичні параметри.) [Осн. літ. 2, стор. 43 – 49]. <u>Завдання на СРС:</u> Задачі на визначення амплітудного і середнього, середньовипрямленого значень змінної напруги приладу. [Осн. літ. 2, стор. 49 – 50].

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять: ознайомлення з вимірювальними приладами; вивчення методики вимірювання сигналів; визначення похибок вимірювання і обробки результатів експерименту; наведення результатів вимірювання.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Електронно-променевий осцилограф. Вимірювання параметрів електричних сигналів за допомогою електронно-променевого осцилографа. [Осн. літ. 3, стор. 6 – 30].	6
2	Вимірювання напруги та сили електричного струму. [Осн. літ. 3, стор. 37 – 46].	2
3	Вимірювання опорів прямим і опосередкованим методами. [Осн. літ. 3, стор. 47 – 50].	2
4	Вимірювання змінної напруги. [Осн. літ. 2, стор. 43 – 50].	4
5	Проведення прямих багаторазових вимірювань та обробка їх результатів. [Осн. літ. 2, стор. 37 – 39, осн. літ. 3, стор. 51 – 69].	4

Домашня контрольна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Позасистемні одиниці вимірювання.	4

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Системи одиниць вимірювання. (Одиниці величин та їх розмірності. Системи одиниць. Переваги Міжнародної системи одиниць.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
2	Прямі методи вимірювань. (Реалізація прямих методів вимірювань за допомогою елементарних засобів.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
3	Електронно-променевий осцилограф. (Принцип одержання зображення сигналу в електронно-променевому осцилографі. Електромагнітний вимірювальний механізм і його метрологічна схема) [Осн. літ. 6, стор. 167 – 170; 3, стор. 6 – 30].	6
4	Методи вимірювань. (Поняття про точність вимірювань. Основи забезпечення єдності вимірювань. Зразкові засоби вимірювань.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
5	Похибки вимірювань. (Способи визначення прогресуючої (дрейфової) похибки. Способи виявлення і усунення систематичних похибок: метод заміщення, метод протиставлення.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
6	Нормування похибок. (Спеціальні способи нормування похибок засобів вимірювання.) [Осн. літ. 1 – 8].	4

№ з/п	Назва теми, що виносить на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
7	Джерела виникнення систематичних похибок. (Джерела виникнення систематичних похибок.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
8	Закони розподілу випадкової похибки. (Трапеційний, трикутний (Сімпсона) закони розподілу випадкової похибки.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
9	Опосередковане вимірювання. (Опосередковане вимірювання потужності, опосередковане вимірювання опору.)	4
10	Багаторазові спостереження. (Вимірювання з багаторазовими рівноточними спостереженнями. Гістограма розподілу похибок. Розподіл похибки усередненого результату.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
11	Властивості інформації. (Загальні властивості інформації та їх вимірювання й оцінювання. Поняття новизни інформації. Інструменти оцінювання новизни інформації.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
12	Методи квантування. (Аналого-цифровий і цифро-аналоговий перетворювачі.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
13	Засоби вимірювальної техніки. (Показ, відлік, стала і ціна поділки ЗВТ.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
14	Міри електричних величин. (Міри електричних величин: міра ЕРС, міра електричного опору, міра індуктивності і взаємної індуктивності, електричної ємності, міра електричного струму.) [Осн. літ. 4, стор. 120 – 143].	4
15	Аналогові вимірювальні прилади. (Електростатичні та індукційні вимірювальні прилади. Розширення меж вимірювань амперметром і вольтметром.) [Осн. літ. 4, стор. 234 – 241].	4
16	Цифрові вимірювальні прилади. (Метрологічні схеми цифрового вольтметра і цифрового осцилографа.) [Осн. літ. 1 – 8].	4
17	Прямі вимірювання. (Методи вимірювань, оснований на безпосередньому порівнянні з мірою.)	4
18	Єдність вимірювань. (Метрологічна служба України. Міжнародні метрологічні організації.) [Осн. літ. 1 – 8].	4

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом

- відвідування занять (лекцій, лабораторних): обов'язкове;
- правила поведінки на заняттях: відключення телефонів;
- правила захисту лабораторних робіт: гугл-форма (тест);
- правила щодо індивідуальних завдань: без захисту;
- реферати захищаються на практичних заняттях. Реферат подається в електронному вигляді і може включати презентаційні матеріали.
- заохочувальні бали виставляються за: активну участь на лекціях, практичних заняттях; по результатах презентації реферату. Кількість заохочувальних балів не більше 10.

8. політика академічної доброчесності. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за виконання 5 лабораторних робіт, 2 контрольних робіт (МКР поділяється на 2 контрольні роботи тривалістю по одній академічній годині), з балів 4 експрес-контролів за навчальним матеріалом двох-трьох попередніх лекцій; активну участь у роботі 4-х практичних занять (із розрахунку, що на кожному практичному занятті

бере активну участь в середньому біля половини навчальної групи); заохочувальних балів та відповідей на диференційному заліку.

Система рейтингових балів та критерій оцінювання:

1. Лабораторні роботи:

- Повністю виконана робота, правильно оформлений протокол, коректний результат, своєчасний захист роботи – 8 балів.
- Неточні відповіді на запитання, невпевнене володіння набутими вміннями – 4 бали.
- Відсутність відповідей на більш ніж половину запитань, прогалини в протоколі – 3 чи 2 бали.
- У випадку недопущення до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем нараховуються штрафні (– 2) бали.

2. Модульна контрольна робота:

- МКР розділена на 2 контрольні роботи по 12 балів кожна, які проводяться на двох атестаційних тижнях.
- Повна відповідь на запитання (не менше 90% потрібної інформації) і розв'язок задач – 12 балів.
- Повна відповідь на запитання, незначні похибки у розв'язку задач – 10 балів.
- Неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів.
- Незадовільна відповідь – 0 балів.

3. Експрес-контроль:

- Активна участь на протязі семестру – 3 бали.
- Короткі відповіді – 1 бал.

4. Практичне заняття:

- Відповіді по лекційному матеріалу – 2 бали.
- Самостійний розв'язок задач – 4 бали.

Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті може додаватись як заохочення 1 бал.

5. Штрафні та заохочувальні бали:

- Участь в оформленні методичних матеріалів – 4 заохочувальні бали.
- Несвоєчасний захист лабораторної роботи – 2 штрафних бали.
- Пропущено більше 4 лекцій – 4 штрафних бали.

Розрахунок шкали (**R**) рейтингу:

Сума вагових балів протягом семестру:

$$R_c = (8 \text{ балів} \times 5 \text{ лаб}) + (4 \text{ балів} \times 4 \text{ практ}) + (12 \text{ балів} \times 2 \text{ контр}) + (3 \text{ бали} \times 4 \text{ е-к}) + (8 \text{ балів} \times 1 \text{ ДКР}) = 100 \text{ балів}$$

Умови позитивної проміжної атестації

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний» студент має набрати 40 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 13 тижнів «ідеальний» студент має набрати більше 60 балів (24бали МК + 24бали лаб + 12балів практ.). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30 балів.

Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати стартовий рейтинг не менше 60 балів і зарахування всіх лабораторних робіт.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ЄКТС, виконують залікову контрольну роботу. Завдання контрольної роботи складається з 4-х питань різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля, а також однієї-двох задач. Кожне теоретичне питання оцінюється у 10 балів, а кожне практичне – 15 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «Відмінно», повна відповідь на запитання (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів.
- «Добре», достатньо повна відповідь на запитання (не менше 75% потрібної інформації) – 8 балів.
- «Задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 6-5 балів.
- «Незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

- «Відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 15 – 14 балів.
- «Добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 12-11 балів.
- «Задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 9 – 8 балів.
- «Незадовільно», завдання невиконане – 0 балів.

Сумма стартових балів і балів за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Добре
84-75	
74-65	Задовільно
64-60	
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Студенти, які набрали протягом семестру більше 60 балів, мають можливість:

- не складати диференційований залік, а отримати оцінку (автоматом) відповідно до набраного рейтингу, переведену в оцінку згідно з таблицею;
- складати диференційований залік з метою підвищення оцінки;
- у разі отримання оцінки більшої, ніж «автомат» з рейтингу, попередній рейтинг студента з дисципліни скасовується, і він отримує оцінку тільки за результатами складання диференційованого заліку;
- у разі отримання на диференційованому заліку оцінки рівної або меншої, ніж «автомат» з рейтингу, за студентом зберігається або знижується оцінка, отримана «автоматом».

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше 60 балів, тобто оцінку „незадовільно”, зобов'язані складати диференційований залік.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Лекції проводяться з використанням презентації.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н, Семеновська Олена Володимирівна, доцент, к.т.н, Саурова Тетяна Азадівна

Ухвалено кафедрою електронної інженерії (протокол №31 від 21.06.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06/23 від 29.06.2023)