

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Вступ до техніки вимірювань
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки та комп'ютерної техніки
<b>Розробник(и)</b>	Горячев Олексій Євгенійович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	16 тижнів протягом 2-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг дисципліни становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 64 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 8 год. практичних занять, 24 год. лабораторних занять), 86 годин становить самостійна робота.
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Обов'язкова навчальна дисципліна для всіх освітніх програм спеціальності 171 "Електроніка"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Вибрані розділи теоретичної фізики
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є набуття студентами системи спеціальних знань з метрології, будови вимірювальних приладів і систем, використання сучасних методів та засобів обробки результату електричних вимірювань при роботі в електронних та комп'ютерних системах.

## 4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Загальні відомості про вимірювання

Класифікація шкал. Предмет і задачі дисципліни. Класифікація вимірювань. Державний характер метрологічної діяльності і робіт зі стандартизації в Україні. ДСТУ 2681-94. Основні терміни і визначення метрології, стандартизації й електричних вимірювань. Види засобів вимірювань. Види вимірювань. Методи вимірювань.

<p>Тема 2 Основи метрологічного забезпечення</p> <p>Еталони, зразкові і робочі засоби вимірювань. Державна система промислових приладів та засобів автоматизації. Одиниці фізичних величин. Зміст і побудова повірочних схем.</p>
<p>Тема 3 Похибки вимірів і похибки засобів вимірювальної техніки</p> <p>Основна і додаткова похибки. Абсолютна, відносна і зведена похибки. Класи точності засобів вимірів як узагальнений показник точності. Симетрична і випадкова, інструментальна і методична, статична і динамічна, адитивна і мультиплікативна похибки. Імовірнісне оцінювання похибок. Стандартний запис результату виміру відповідно до ДСТУ 2681-94.</p>
<p>Тема 4 Аналогові електромеханічні прилади</p> <p>Функціональна схема електричного вимірювального приладу. Основні характеристики електричних вимірювальних приладів. Загальні вузли вимірювальних механізмів, Прилади магнітоелектричної системи; принцип дії, основне рівняння шкали при включенні в ланцюг постійного струму, шляхи підвищення чутливості, достоїнства, недоліки, область застосування. Поняття про логометри.</p>
<p>Тема 5 Перетворювачі змінної напруги</p> <p>Основні параметри змінного струму та напруги: пікове, середневипрямлене, середньоквадратичне значення. Коефіцієнти форми й амплітуди, виведення значень коефіцієнтів для найбільш розповсюджених форм напруг. Вимірювальні перетворювачі змінної напруги в постійну.</p>
<p>Тема 6 Електронні вимірювальні прилади</p> <p>Електронні вольтметри: класифікація, переваги. Функціональні схеми електронних вольтметрів для роботи в ланцюгах постійного і змінного струмів. Універсальні електронні вольтметри. Характеристики електронних вольтметрів. Електронні вольтметри постійного струму.</p>
<p>Тема 7 Електронно-променевий осцилограф</p> <p>Електронно-променева трубка. Канали вертикального і горизонтального відхилення. Генератор розгортки, синхронізація. Вимірювання за допомогою електронного осцилографа.</p>
<p>Тема 8 Цифрові вимірювальні прилади</p> <p>Основні зведення про цифрові вимірювальні прилади: дискретизація, квантування, кодування. Функціональна схема цифрового приладу. Характеристики цифрових приладів. Цифрові вольтметри з порозрядним кодуванням, з час-імпульсним перетворенням і подвійним інтегруванням. Особливості їхнього застосування.</p>
<p>Тема 9 Вимірювання частоти і фазового зсуву</p> <p>Методи вимірювання частоти. Електронно-рахунковий частотомір і його метрологічні характеристики. Періодоміри і вимірники часових інтервалів. Методи вимірювання фазового зсуву. Двоканальний стрілочний фазометр і його метрологічні характеристики. Цифрові фазометри.</p>

<p>Тема 10 Мікропроцесорні засоби вимірювань</p> <p>Функції, що виконуються мікропроцесорами у вимірювальних системах. Архітектура мікропроцесорної системи. Покращення метрологічних характеристик. Процесорні похибки вимірювань.</p>
<p>Тема 11 Види мікропроцесорних вимірювачів</p> <p>Мікропроцесорні частотоміри і фазометри. Мікропроцесорний вимірювач струму та напруги. Мікропроцесорний вимірювач кутової швидкості. Мікропроцесорний вимірювач кутового положення. Особливості вимірювання температури. Мікропроцесорний засіб вимірювання температури. Вимірювання вібрацій.</p>
<p>Тема 12 Інформаційно-вимірювальні системи</p> <p>Загальна характеристика інформаційно-вимірювальних систем. Вимірювальний канал. Різновиди вимірювальних систем. Стандартні інтерфейси. Передавання даних в системах.</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Знати метрологічні правила, вимоги і норми, дотримувати їх у своїй практичній діяльності
РН2	Володіти представленням про призначення, склад і принцип дії інформаційно-обчислювальних комплексів
РН3	Вміти застосовувати отримані знання при роботі з електронними та комп'ютерними системами
РН4	Вміти вибирати й обґрунтовувати вибір електровимірювальних приладів для виконання вимірів

## 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.  
Для спеціальності 171 Електроніка:

ПР2	Застосовувати знання і розуміння диференційного та інтегрального числення, алгебри, функціонального аналізу дійсних і комплексних змінних, векторів та матриць, векторного числення, диференційних рівняння в звичайних та часткових похідних, ряду Фур'є, статистичного аналізу, теорії інформації, чисельних методів для вирішення теоретичних і прикладних задач електроніки.
ПР6	Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки; вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.
ПР10	Розробляти технічні засоби для побудови та діагностування технічного стану електронних пристроїв та систем, організувати та проводити плановий та позаплановий ремонт, налагодження та переналагодження електронного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.

ПР17	Демонструвати навички проведення експериментальних досліджень, пов'язаних з професійною діяльністю; вдосконалювати методики вимірювання; контролювати достовірність отриманих результатів; систематизувати та аналізувати дані, отримані експериментальним шляхом.
------	--

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<b>Тема 1. Загальні відомості про вимірювання</b>	
Лк1 "Загальні відомості про метрологію" (денна)	Класифікація шкал. Предмет і задачі дисципліни. Класифікація вимірювань. Державний характер метрологічної діяльності і робіт зі стандартизації в Україні. ДСТУ 2681-94. Основні терміни і визначення метрології, стандартизації й електричних вимірювань. Види засобів вимірювань. Види вимірювань. Методи вимірювань.
<b>Тема 2. Основи метрологічного забезпечення</b>	
Лк2 "Основи метрологічного забезпечення" (денна)	Еталони, зразкові і робочі засоби вимірювань. Державна система промислових приладів та засобів автоматизації. Одиниці фізичних величин. Зміст і побудова повірочних схем.
<b>Тема 3. Похибки вимірів і похибки засобів вимірювальної техніки</b>	
Лк3 "Види похибок вимірів" (денна)	Основна і додаткова похибки. Абсолютна, відносна і зведена похибки. Класи точності засобів вимірів як узагальнений показник точності.
Лк4 "Похибки засобів вимірювання" (денна)	Симетрична і випадкова, інструментальна і методична, статична і динамічна, адитивна і мультиплікативна похибки. Імовірнісне оцінювання похибок. Стандартний запис результату виміру відповідно до ДСТУ 2681-94.
Пр1 "Похибки вимірювання" (денна)	Розрахунок похибки вимірювання і оцінка результатів вимірювання.
Пр2 "Розрахунок похибки непрямих вимірювань" (денна)	Опрацювання непрямих вимірювань. Розрахунок похибки вимірювання аналогових електромеханічних приладів.
Лб1 "Оцінка похибки вимірювання, частина друга" (денна)	Вимірювання основних електричних величин й оцінка похибки вимірювання.
Лб1 "Оцінка похибки вимірювання, частина третя" (денна)	Вимірювання основних електричних величин й оцінка похибки вимірювання.

Лб1 "Оцінка похибки вимірювання, частина перша" (денна) Вимірювання основних електричних величин й оцінка похибки вимірювання.
<b>Тема 4. Аналогові електромеханічні прилади</b>
Лк5 "Електромеханічні прилади" (денна) Функціональна схема електричного вимірювального приладу. Основні характеристики ЕВП. Загальні вузли вимірювальних механізмів, Прилади магнітоелектричної системи; принцип дії, основне рівняння шкали при включенні в ланцюг постійного струму, шляхи підвищення чутливості, достоїнства, недоліки, область застосування. Поняття про логометри.
Лб2 "Показання вольтметрів різних систем, частина третя" (денна) Дослідження залежності показань вольтметрів від форми кривої вимірюваної напруги.
Лб2 "Показання вольтметрів різних систем, частина перша" (денна) Дослідження залежності показань вольтметрів від форми кривої вимірюваної напруги.
Лб2 "Показання вольтметрів різних систем, частина друга" Дослідження залежності показань вольтметрів від форми кривої вимірюваної напруги.
<b>Тема 5. Перетворювачі змінної напруги</b>
Лк6 "Вимірювальні перетворювачі" (денна) Основні параметри змінного струму та напруги: пікове, середневипрямлене, середньоквадратичне значення. Коефіцієнти форми й амплітуди, виведення значень коефіцієнтів для найбільш розповсюджених форм напруг. Вимірювальні перетворювачі змінної напруги в постійну.
Пр3 "Розрахунок вимірювальних перетворювачів" (денна) Коефіцієнт перетворення вимірювальних перетворювачів. Розрахунок параметрів вимірювальних перетворювачів.
<b>Тема 6. Електронні вимірювальні прилади</b>
Лк7 "Електронні прилади." (денна) Електронні вольтметри: класифікація, переваги. Функціональні схеми електронних вольтметрів для роботи в ланцюгах постійного і змінного струмів
Лк8 "Електронні вольтметри" (денна) Універсальні електронні вольтметри. Характеристики електронних вольтметрів. Електронні вольтметри постійного струму.
Пр4 "Оцінка похибки вимірювання вольтметрів" (денна) Вимірювання напруг вольтметрами різних систем і оцінка похибки вимірювання.

<p>Лб3 "Вимірювання опору, частина друга" (денна) Вимірювання опору електронними приладами на постійному струмі</p>
<p>Лб3 "Вимірювання опору, частина перша" (денна) Вимірювання опору електронними приладами на постійному струмі</p>
<p>Лб3 "Вимірювання опору, частина третя" (денна) Вимірювання опору електронними приладами на постійному струмі</p>
<p><b>Тема 7. Електронно-променевий осцилограф</b></p>
<p>Лк9 "Реєструючі вимірювальні прилади" (денна) Електронно-променевий осцилограф. Електронно-променева трубка. Канали вертикального і горизонтального відхилення. Генератор розгортки, синхронізація. Вимірювання за допомогою електронного осцилографа.</p>
<p>Лб4 "Вивчення електронного осцилографа, частина друга" (денна) Вивчення характеристик і вимірювання за допомогою електронного осцилографа.</p>
<p>Лб4 "Вивчення електронного осцилографа, частина перша" (денна) Вивчення характеристик і вимірювання за допомогою електронного осцилографа.</p>
<p>Лб4 "Вивчення електронного осцилографа, частина третя" (денна) Вивчення характеристик і вимірювання за допомогою електронного осцилографа.</p>
<p><b>Тема 8. Цифрові вимірювальні прилади</b></p>
<p>Лк10 "Цифрові вимірювальні прилади" (денна) Основні зведення про цифрові вимірювальні прилади: дискретизація, квантування, кодування. Функціональна схема цифрового приладу. Характеристики цифрових приладів.</p>
<p>Лк11 "Цифрові вольтметри" (денна) Цифрові вольтметри з порозрядним кодуванням, з час-імпульсним перетворенням і подвійним інтегруванням. Особливості їхнього застосування.</p>
<p><b>Тема 9. Вимірювання частоти і фазового зсуву</b></p>
<p>Лк12 "Засоби вимірювання частоти, періода і фазового зсуву" (денна) Методи вимірювання частоти. Електронно-рахунковий частотомір і його метрологічні характеристики. Періодоміри і вимірники часових інтервалів. Методи вимірювання фазового зсуву. Двоканальний стрілочний фазометр і його метрологічні характеристики. Цифрові фазометри.</p>
<p><b>Тема 10. Мікропроцесорні засоби вимірювань</b></p>

Лк13 "Мікропроцесори у вимірювальних системах" (денна) Функції, що виконуються мікропроцесорами у вимірювальних системах. Архітектура мікропроцесорної системи. Покращення метрологічних характеристик. Процесорні похибки вимірювань.
<b>Тема 11. Види мікропроцесорних вимірювачів</b>
Лк14 "Види мікропроцесорних вимірювачів" (денна) Мікропроцесорні частотоміри і фазометри. Мікропроцесорний вимірювач струму та напруги. Мікропроцесорний вимірювач кутової швидкості. Мікропроцесорний вимірювач кутового положення.
Лк15 "Мікропроцесорний вимірювачі температури" (денна) Особливості вимірювання температури. Мікропроцесорний засіб вимірювання температури. Вимірювання вібрацій.
<b>Тема 12. Інформаційно-вимірювальні системи</b>
Лк16 "Інформаційно-вимірювальні системи" (денна) Загальна характеристика інформаційно-вимірювальних систем. Вимірювальний канал. Різновиди вимірювальних систем. Стандартні інтерфейси. Передавання даних в системах.

## 7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Аудиторна робота
НД2	Виконання практичних завдань
НД3	Підготовка до лабораторного заняття
НД4	Виконання та презентація результатів лабораторної роботи
НД5	Підготовка до поточного та підсумкового контролю
НД6	Самонавчання

## 8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Практичні роботи
МН3	Лабораторні роботи

Лекції надають студентам теоретичні матеріали з метрології та електричних вимірювань для вирішення задач в електронних та комп'ютерних системах з акцентом на їх подальше практичне застосування, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН1, РН2). Лекції доповнюються практичними і лабораторними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН3, РН4). Практико-орієнтоване навчання передбачає виконання вимірювань з використанням вимірювальних приладів студентами самостійно або в невеликих групах, що сприятиме

розвитку навичок самостійного навчання на основі досвіду, критичного мислення, синтезу та аналітичного підходу до отриманих результатів.

Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лабораторних занять. Виконання і обробка результатів лабораторних робіт надають студентам можливість розвивати навички командної роботи. Під час виконання практичних робіт і розрахунково-графічної роботи студенти розвиватимуть навички критичного мислення, синтезу та аналітичного підходу до отриманих результатів.

## 9. Методи та критерії оцінювання

### 9.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

### 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Опитування студентів за темами лекційних занять
МФО2	Перевірка ходу і результатів виконання лабораторних робіт і практичних завдань
МФО3	Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань

### 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Захист звітів за результатом виконання лабораторних робіт
МСО2	Виконання практичних завдань
МСО3	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)
МСО4	Виконання розрахунково-графічної роботи
МСО5	Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань
МСО6	Підсумковий контроль: екзамен

Контрольні заходи:



<b>2 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Захист звітів за результатом виконання лабораторних робіт		<b>30</b>
		30
МСО2. Виконання практичних завдань		<b>8</b>
		8
МСО3. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		<b>10</b>
		10
МСО4. Виконання розрахунково-графічної роботи		<b>12</b>
		12
МСО6. Підсумковий контроль: екзамен		<b>40</b>
		40

Контрольні заходи в особливому випадку:

<b>2 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО2. Виконання практичних завдань		<b>8</b>
		8
МСО3. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		<b>10</b>
		10
МСО4. Виконання розрахунково-графічної роботи		<b>12</b>
		12
МСО5. Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань		<b>30</b>
		30
МСО6. Підсумковий контроль: екзамен		<b>40</b>
		40

Форма підсумкового контролю – іспит, що проводиться у письмовій формі. Студент допускається до іспиту при умові виконання розрахункової графічної роботи відповідно до сформульованого завдання, а також виконанні всіх практичних і лабораторних робіт з дисципліни. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит має бути не менше ніж 25 балів.

## **10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни**

### 10.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Прилади (вимірювальні, мобільні міні-лабораторії тощо)

### 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Д.М. Нестерчук, С.О. Квітка, С.В. Галько. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник – Мелітополь: Видавничо поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 256 с.
2	Н.В. Єрмілова, С.Г. Кислиця. Навчальний посібник до самостійного вивчення курсу "Основи метрології і електричних вимірювань" . – Полтава: ПолтНТУ, 2017. - 141 с.
3	Основи метрології: навчальний посібник / автори.: І.В. Солтис, О.В. Деревянчук, Чернівці: Чернівецький нац. унтет, 2021, 152 с.
<b>Допоміжна література</b>	
1	Основи метрології та електричних вимірювань : підручник /В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 522 с.
2	Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація: навч. посіб. / Макота Оксана Іванівна, Олійник Ліліанна Петрівна, Комаренська Зоряна Михайлівна ; Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2019. - 1712с. : іл.,табл.
3	Ігнаткін В. У. Основи метрології: навч. посіб. / В. У. Ігнаткін, О. В. Томашевський, В. М. Матюшин Електрон. дані. – Запоріжжя : Запорізький національний технічний університет, 2017. - 120с.
4	Л.В. Баль-Прилипко, Н.М. Слободянюк, Г.Є. Поліщук, М.З. Паска, В.Г. Бурак. Стандартизація, метрологія, сертифікація та управління якістю: Підручник /. - К.: ЦП «Компринт» - 2017. - 573 с.
5	Метрологія та вимірювання : навч. посіб. / Стадник Б. І., ред. - Львів : Львів. політехніка, 2012. - 312 с.: іл., рис., табл.
6	Гнусов, Ю. В. Метрологія та вимірювання: навч. посіб. / Ю. В. Гнусов, В. В. Тулупов, В. М. Пересічанський; Харків. нац. ун-т внутр. справ. - Харків, 2019. - 125 с
7	Engineering Metrology and Measurements / N.V. Raghavendra, L. Krishnamurthy. - Oxford University Press, October 1, 2013. - 676 p.