



Національний технічний університет  
України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського»



Інститут спеціального зв'язку та захисту  
інформації КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Спеціальна кафедра № 4

## МЕТРОЛОГІЯ

### Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Перший (бакалаврський)</i>
<b>Галузь знань</b>	12 Інформаційні технології
<b>Спеціальність</b>	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
<b>Освітньо-професійна програма</b>	<i>Комп'ютерні системи і технології спеціального зв'язку</i>
<b>Статус дисципліни</b>	<i>Нормативна</i>
<b>Форма навчання</b>	<i>Очна (Денна)</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>2 рік підготовки, весняний семестр</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>Кількість кредитів ECTS – 2</i>
<b>Семестровий контроль / контрольні заходи</b>	<i>Залік, модульна контрольна робота</i>
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська</i>
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	<i>Лекції: к.т.н., доцент, Вадим РОМАНЕНКО Практичні (семінарські): к.т.н., доцент, Вадим РОМАНЕНКО, roma_38@ukr.net</i>
<b>Розміщення курсу</b>	<i>Google Classroom</i>

## Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компонента “Метрологія” складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів “Комп’ютерні системи і технології спеціального зв’язку” спеціальності 122 – Комп’ютерні науки.

**Метою навчальної дисципліни** є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: (ЗК 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; (ЗК 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (ЗК 3) Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. (ЗК 7) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (СК 6) Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв’язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики; (СК 7) Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об’єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів; (СК 11) Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв’язування прикладних задач; (СК 15) Здатність до аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів, побудови та практичного застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування.

**Предметом навчальної дисципліни** є формування у курсантів системи знань, навичок та умінь у галузі сучасних вимірювальних технологій та метрологічного забезпечення.

**Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:** (ПР 18) Застосовувати отримані знання та розуміння з технічного обслуговування штатних засобів зв’язку, процесів планування, підготовки, ведення і забезпечення бою загальновійськовим підрозділом (тактичною групою) для прийняття обґрунтованих рішень в бойових умовах, вирішення нетипових завдань, віддання наказів (розпоряджень) та несення відповідальності за їх виконання.

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

Успішне вирішення завдань навчальної дисципліни базується на засвоєні здобувачами знань та умінь, сформованих у них, в результаті вивчення таких навчальних дисциплін: “Побудова та функціонування комп’ютерних систем”.

### 3. Зміст навчальної дисципліни навчальної дисципліни (силабусу)

Семестр 4-й

Семестровий (кредитний) модуль 1. Метрологія.

Розділ 1. Основи метрології. Статистична обробка результатів вимірювань.

Тема 1. Основи метрології. Статистична обробка результатів вимірювань.

Розділ 2. Загальні електрорадіовимірювання.

Тема 2. Вимірювання параметрів електричних сигналів і пасивних елементів радіоелектронної апаратури.

Тема 3. Аналіз форми та спектра сигналів.

Тема 4. Вимірювальні генератори.

Тема 5. Вимірювання часу і частоти.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### *Основна література:*

1. Метрологія. Терміни та визначення. ДСТУ 2681-94. Чинний від 03.01.1995. Держспоживстандарт України.
2. Дзюба В.М. Метрологія, стандартизація, сертифікація / Дзюба В.М., Павлов В.П., Пасічник С.Г. – К.: ІСЗЗІ НТУУ “КПІ”, 2008.– 208 с.
3. Дзюба В.М. Основи метрології та метрологічного забезпечення / Дзюба В.М., Сакович.. – К.: ІСЗЗІ НТУУ “КПІ”, 2012.– 172 с.
4. Дзюба В.М. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація. / Дзюба В.М., Жеребило В.Д. Сакович Л.М... – К.: ІСЗЗІ НТУУ “КПІ”, 2012.– 102 с.
5. Дзюба В.М. Засоби вимірювальної техніки / Дзюба В.М., Жеребило В.Д., Сакович Л.М. – К.: ІСЗЗІ НТУУ “КПІ”, 2010. –125 с.
6. Дзюба В.М. Електрорадіовимірювання / Дзюба В.М. – К.: ІСЗЗІ НТУУ “КПІ”, 2011. – 166 с.
7. Керівництво з організації та порядку експлуатації вимірювальної техніки – К.: Варта, 2001. – 76 с.

##### *Додаткова література:*

1. Чинков В.М. Метрологія та вимірювальна техніка / Чинков В.М. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2003. –503с.

#### **Навчальний контент**

##### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Навчальний процес організовано шляхом викладання лекцій, проведення практичних, лабораторних і семінарських занять.

Поточний контроль засвоєння матеріалу здійснюється систематично методом перевірки теоретичних знань та практичних навичок курсантів шляхом їх індивідуального опитування на заняттях, контрольних письмових робіт (експрес-контролів) та під час проведення тест-контролю. Передбачена оцінка рівня знань курсантів після закінчення вивчення кожного розділу дисципліни, а також періодичне їх атестування.

Наприкінці вивчення навчальної дисципліни виставляються рейтингові бали, як сума всіх, отриманих курсантами за результатами поточного контролю. Курсант виконує залікову контрольну роботу на останньому за розкладом занятті.

Вивчення методів вимірювання проводиться шляхом розкриття їх фізичної суті з наступним аналізом прикладів їх практичної реалізації в типових засобах вимірювань. Вивчення базових засобів вимірювань здійснюється з широким застосуванням структурних та функціональних схем, розроблених на основі узагальнення матеріалів, опублікованих в спеціальній технічній літературі та заводських описів вимірювальних приладів.

Вивчення кожної теми починається з класифікації відповідної групи засобів вимірювань, аналізу принципів їх побудови, застосування в ремонтних органах і апаратних технічного забезпечення.

На лабораторних заняттях курсанти оволодівають типовими засобами вимірювань загального і спеціального призначення, набувають практичних навичок підготовки їх до роботи, виконання вимірювань.

Головна увага приділяється прищепленню навичок з розробки схем вимірювань параметрів сигналів та елементів радіоелектронної апаратури, вивченню правил користування типовими засобами вимірювань.

Теми кредитного модуля взаємопов'язані, матеріал вивчається в логічній послідовності, закріплення матеріалу здійснюється на практичних заняттях та під час самостійної роботи.

На лекціях розкриваються найбільш суттєві теоретичні питання, які дозволяють забезпечити можливість глибокого самостійного вивчення всього програмного матеріалу.

На практичних заняттях курсанти отримують навички у вирішенні розрахункових задач, навчаються методикам оцінки результатів вимірювань.

На лабораторних заняттях курсанти отримують досвід здійснення вимірювань з використанням вимірювальних приладів різних типів.

Теоретичні знання поглиблюються шляхом самостійної роботи з використанням ресурсів глобальної мережі Internet.

Додатковий матеріал, або той, що не вимагає керівництва викладача, виноситься на самостійну роботу.

Вивчення усіх тем здійснюється за загальноприйнятою методикою: основи знань викладаються на лекціях, технічні принципи побудови обладнання, а також алгоритми його роботи засвоюються в процесі практичних занять та під час виконання лабораторних робіт.

### Структура навчальної дисципліни (силабусу)

Номери, назви розділів, тем і питання навчальних занять, посилання на літературу		Кількість годин				
		Всього	у тому числі			
			Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні заняття	комп'ютерний (практикум)
<b>Розділ 1. Основи метрології. Статистична обробка результатів вимірювань</b>						
<b>Тема 1</b>	<b>Основи метрології. Статистична обробка результатів вимірювань.</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>6</b>		<b>4</b>
Заняття 1/1	Основи метрології. Статистична обробка результатів. 1. Структура, мета і порядок вивчення дисципліни. 2. Основні поняття і визначення метрології. 3. Об'єкт, види і методи вимірювань. Основна література: [1]с.1-17, [2]с.9-36	2	2			
Заняття 1/2	Похибки вимірювань 1. Похибки вимірювань і їх класифікація. 2. Систематичні похибки. 3. Випадкові похибки. Основна література: [2] с. 91-93, [3], [4].	4		2		2
Заняття 1/3	Статистична обробка результатів прямих спостережень (модульна контрольна робота). 1. Вихідні дані для розрахунків (таблиця 1). 2. Результати прямих спостережень (таблиця 2 а, б). 3. Значення коефіцієнтів $v_{доп}$ . (таблиця 3). 4. Значення коефіцієнтів Стьюдента $t_{пр}$ (таблиця 4). 5. Засоби обчислювальної техніки. Основна література: [2] с. 84-87.	6		4		2
<b>Всього за розділ 1</b>		<b>12</b>	<b>2</b>	<b>6</b>		<b>4</b>

<b>Розділ 2. Загальні електрорадіовимірювання</b>						
<b>Тема 2</b>	<b>Вимірювання параметрів електричних сигналів і пасивних елементів радіоелектронної апаратури.</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Заняття 2/1	Електровимірювальні прилади 1. Вимірювальний сигнал. Інформаційні параметри сигналу. 2. Електровимірювальні прилади, їх побудова і застосування. 3. Випрямляючі і термоелектричні електровимірювальні прилади. Основна література: [5] с.9-18,49-63. [8] с. 94-107	4	2			2
Заняття 2/2	Методи і засоби вимірювань параметрів пасивних елементів і напівпровідникових приладів радіоелектронної апаратури (РЕА). 1. Методи вимірювання опору постійному струму. 2. Мостові методи вимірювання параметрів пасивних елементів. 3. Вимірювання параметрів напівпровідникових приладів. Основна література: [5] с. 49-66.	4		2		2
Заняття 2/3	Вимірювання параметрів електронних елементів РЕА комбінованими приладами. 1. Вимірювання параметрів пасивних елементів РЕА. 2. Перевірка придатності до роботи та вимірювання параметрів напівпровідникових приладів. Основна література: [3] с. 25-31.	4			4	
<b>Тема 3</b>	<b>Аналіз форми та спектра сигналів</b>	<b>10</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>4</b>
Заняття 3/1	Електронні осцилографи 1. Область застосування і класифікація приладів групи "С". 2. Принципи одержання зображення на екрані осцилографа. 3. Призначення і принцип роботи основних функціональних вузлів електронного осцилографа. Основна література: [5] с. 66-89.	4	2			2
Заняття 3/2	Вимірювання параметрів електричних сигналів електронним осцилографом. 1. Підготовка осцилографа до роботи. Вимірювання напруги. 2. Вимірювання періоду і частоти електричних коливань. 3. Вимірювання параметрів імпульсних сигналів. 4. Вимірювання зсуву фаз електричних коливань. Основна література: [5] с. 38-45.	6			4	2

<b>Тема 4.</b>	<b>Вимірювальні генератори</b>	<b>10</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>4</b>
Заняття 4/1	Вимірювальні генератори сигналів низьких і високих частот. 1. Призначення, класифікація і узагальнена структурна схема вимірювальних генераторів. 2. Метрологічні характеристики вимірювальних генераторів сигналів. 3. Особливості побудови генераторів низьких частот. 4. Особливості побудови генераторів високих частот. Основна література: [5] с. 90-107.	4	2			2
Заняття 4/2	Визначення метрологічних характеристик вимірювальних генераторів. 1. Визначення похибки установки вихідного рівня і частоти генератора низьких частот. 2. Визначення похибки установки вихідного рівня і частоти генератора високих частот. 3. Визначення похибки установки глибини модуляції амплітудно-модульованих сигналів. Основна література: [3] с.51-58.	6			4	2
<b>Тема 5.</b>	<b>Вимірювання часу і частоти</b>	<b>8</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>2</b>
Заняття 5/1	Вимірювання частоти і періоду електричних коливань. 1. Одиниці часу і частоти. Державна служба єдиного часу і еталонних частот. 2. Класифікація частот і частотомірів . 3. Вимірювання частоти і періоду електричних коливань методом дискретного лічення. Основна література: [5] с. 108-125. Визначення метрологічних характеристик електронно-лічильного частотоміра (ЕЛЧ).	4	2			2
Заняття 5/2	1. Перевірка працездатності частотоміра. 2. Вимірювання чутливості частотоміра. 3. Визначення похибки установки частоти генератора за допомогою ЕЛЧ. Основна література: [3], с.61-67.	4			4	
<b>Всього за 2 розділ</b>		<b>40</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>14</b>
<b>Залік</b>		<b>8</b>		<b>2</b>		<b>6</b>
<b>Всього годин</b>		<b>60</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>24</b>

## 6. Самостійна робота здобувача

Головними видами самостійної роботи здобувачів є: самостійна підготовка до аудиторних занять та самостійна підготовка до заліку.

Доцільно час самостійної підготовки для поглибленого вивчення та закріплення навчального матеріалу розподілити наступним чином:

№ з/п	Назва теми та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу)	Кільк. годин СР
1	Тема 1. Основи метрології. 1. Законспектувати визначення засобів вимірювань, їх позначення і класифікацію. Основна література: [1] с. 1-17, [2] с. 9-36. 2. Похибки опосередкованих вимірювань. Основна література: [2] с. 91-93. 3. Засоби вимірювальної техніки, їх метрологічні характеристики, класифікація та позначення. . Основна література: [1] с. 1-17, [2] с. 9-36.	4
2	Тема 2. Вимірювання параметрів електричних сигналів і пасивних елементів радіоелектронної апаратури. 1. Розширення меж вимірювання напруги і сили струму. Основна література: [5] с. 9-18, 49-63. [8] с. 94-107. 2. Вивчити методи розширення меж вимірювань напруги і сили струму. Основна література: [5] с. 49-66. 3. Вивчити метрологічні характеристики і принцип роботи вольтметра В6. Основна література: [5] с. 19-48. 4. Оформити і захистити звіт про роботу.	4
3	Тема 3. Аналіз форми та спектра сигналів. 1. Принципи побудови швидкісних, стробоскопічних і цифрових осцилографів. Основна література: [5] с. 66-89. 2. Підготуватись до лабораторної роботи 3.3. Основна література: [5] с.67-89. 3. Вивчити методи і засоби оцінки нелінійних спотворень сигналів. Основна література: [2] с. 120-132 , 152-166, [5] с.126-143. 4.Оформити і захистити звіт про лабораторну роботу. Основна література: [3] с. 38-45.	4
4	Тема 4. Вимірювальні генератори сигналів низьких і високих частот. 1. Принципи побудови генераторів імпульсних і шумових сигналів. Основна література: [5] с. 90-107. 2. Оформити і захистити звіт про роботу. Основна література: [3] с.51-58.	4
5	Тема 5. Вимірювання часу і частоти. 1. Вимірювання частоти методом порівняння і резонансним методом, принципи побудови синтезаторів частот і стандартів частоти. Основна література: [5] с. 108-125. 2. Оформити і захистити звіт про роботу. Основна література: [3] с.61-67.	2
6	Підготовка до заліку.	6
	<b>Всього годин</b>	<b>24</b>

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Правила відвідування занять

Відвідування курсантами лекційних і семінарських занять є обов'язковим. Відсутність курсанта на занятті можлива за поважною причиною, про що робиться помітка в журналі відвідування занять.

#### Правила поведінки на заняттях

**Під час аудиторної роботи курсанта на лекції** необхідно уважно слухати викладача, осмислювати, узагальнювати теоретичні положення лекції і конспектувати матеріал у власному конспекті з навчальної дисципліни, не порушуючи етичних норм і вимог дисципліни поведінки на заняттях. Всі питання, стосовно змісту матеріалу і методики лекції, можна задавати викладачеві наприкінці заняття. При застосуванні дистанційної форми навчання лекції і семінарські заняття можуть проводитись з використанням платформ Google classroom, Google meet, Zoom, CiscoWebexMeetings. Під час роботи над матеріалами тексту і презентації лекції у віртуальному середовищі, курсант повинен ознайомитись з темою, метою і планом лекції, рекомендованою літературою, основними поняттями і категоріальним апаратом і змістом теми та законспектувати навчальний матеріал.

**Під час самостійної роботи** необхідно доповнювати конспекти та розкривати складні питання, що не були з'ясовані протягом лекції, використовуючи рекомендовані по темі навчальні посібники та словники. Для успішного самостійного опрацювання та засвоєння навчального матеріалу, курсантам пропонуються такі види роботи: читати та конспектувати рекомендовані першоджерела, тексти та статті за професійно-орієнтованою тематикою; складати конспекти та ставити творчі запитання до прочитаних текстів; писати короткі анотації до наукових джерел; готувати презентації до семінарських занять; писати і захищати реферати та виконувати завдання з формування навичок творчої та дослідницької діяльності.

**Семінарське заняття**, незалежно від форми проведення і середовища, передбачає розгорнуте обговорення питань плану семінару методами дискусії або конференції і містить виступи курсантів з підготовленими короткими доповідями і рефератами з послідовним обговоренням. На кожному семінарському занятті викладачем оцінюються підготовлені курсантами реферати і виступи, активність в дискусії, вміння формулювати та відстоювати свою позицію, а також проводиться письмовий експрес-контроль засвоєння теми.

**Мультимедійна презентація виступу** на семінарському занятті дозволяє передавати інформацію у візуалізованому, схематичному вигляді, що підвищує її цінність, можливості розуміння і засвоєння навчального матеріалу, особливо при змішаному або віддаленому режимі навчання. Навчальна презентація розробляється згідно з підпитанням теми семінарського заняття, бути інтерактивною, передбачати зворотній зв'язок з аудиторією.

Презентації для підтримки виступу на семінарському занятті мають бути спрямованими на розкриття основних теоретичних положень теми виступу, містити оптимум наукового тексту у структурованому вигляді, що містить на одному слайді від 3 до 7 окремих положень та мінімум візуалізованих матеріалів. Доповнююча текстова інформація, що спрямована на обґрунтування, презентованих теоретичних положень, має бути озвучена доповідачем, протягом від 7 до 10 хв.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Курсанту за роботу в семестрі можуть бути виставлені додаткові заохочувальні гЗ (зі знаком плюс) або штрафні гШ (зі знаком мінус) бали – до 10 балів. Заохочувальні бали гЗ виставляються за: наявності конспекту всіх лекцій, тем самостійного вивчення і



семінарських занять; роботу у науковому товаристві за тематикою дисципліни; участь у інститутській або університетській конференціях (конкурсах, семінарах); виконання завдань викладача щодо вдосконалення наочних і навчально-методичних матеріалів з навчальної дисципліни. Штрафні бали гШ нараховуються за: не відпрацювання у конспекті тем пропущених лекційних і самостійних занять; спробу використання недозволених джерел під час проведення експрес-контролю; затримку подання ІСЗ.

### **Політика дедлайнів та перескладань**

Терміни виконання навчальних завдань і контрольні заходи, пов'язані з проходженням навчальної програми з дисципліни і розкладом занять. Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), курсанту надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня. Тематичне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, оцінюється з врахуванням штрафних балів.

**Умови перескладання заліку.** У разі отримання курсантом незадовільної оцінки або наявності заборгованості, перескладання заліку з дисципліни допускається не більше двох разів. При другому перескладанні заліку у курсанта може приймати комісія, яка створюється завідувачем спеціальної кафедри. Оцінка, отримана курсантом у результаті другого перескладання заліку, є остаточною. Курсант, який був не допущений до складання заліку, або був допущений, але не з'явився без поважної причини на залік (коли присутність курсанта обов'язкова), або був усунений від заліку, вважається таким, що використав відповідну спробу скласти залік з дисципліни і має заборгованість.

### **Політика щодо академічної доброчесності**

Відповідно до Закону України “Про освіту” – Викладання навчальної дисципліни ґрунтується на засадах академічної доброчесності як сукупності етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень. Порушеннями академічної доброчесності вважаються: академічний плагіат, самоплагіат, фабрикація, фальсифікація, списування, обман, хабарництво, необ'єктивне оцінювання. За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності: повторне проходження оцінювання (контрольна робота, іспит, залік тощо); повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми. Списування під час контрольних (модульних) робіт та заліку заборонено (в тому числі із використанням мобільних девайсів).

**Політика та принципи академічної доброчесності** визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”. **Норми етичної академічної поведінки** здобувачів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”. Детальніше: <https://kpi.ua/code>

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

До контрольних заходів засвоєння навчального матеріалу відносяться:  
 поточний контроль у вигляді опитувань, письмових експрес-контролів;  
 виконання та захисту лабораторних робіт;  
 модульний контроль з виконанням завдань модульної контрольної роботи;  
 тест-контроль;  
 семестровий контроль у вигляді заліку.

Поточний контроль виконується з метою забезпечення зворотного зв'язку між викладачем та курсантами у процесі навчання та забезпечення управління навчальною мотивацією курсантів. Поточний контроль проводиться у формі письмового експрес-контролю на практичних та лабораторних заняттях.

Всі необхідні методичні матеріали для проведення контрольних заходів зібрані в навчально-методичному комплексі навчальної дисципліни.

#### *Рейтингова система оцінювання результатів навчання*

Рейтингові бали (RD) з навчальної дисципліни формуються як сума всіх, отриманих курсантом за результатами поточного контролю, а також заохочувальних (штрафних) балів. Максимальна сума балів – 100.

Заохочувальні бали нараховуються за підготовку доповідей, статей, участь у науково-практичних конференціях – максимум 10 балів.

Штрафні бали нараховуються за несвоєчасний захист, лабораторних занять та несвоєчасну здачу МКР – максимум 10 балів.

Бали за результатами поточного контролю нараховуються за наступними видами робіт:

##### 1. Експрес-контролі.

Ваговий бал за ПЕК – 5.

Максимальна кількість балів  $5 \times 6 = 30$ .

##### 2. Модульна контрольна робота (далі – МКР).

Максимальна кількість балів за МКР – 20 балів.

Критерії нарахування балів:

“відмінно” – правильно і повністю виконано всі завдання контрольної роботи	18 – 20
“добре” – правильно і повністю виконано одне завдання контрольної роботи	13 – 17
“задовільно” – частково виконано завдання контрольної роботи	9 – 12
“незадовільно” – завдання контрольної роботи виконано із помилками або завдання контрольної роботи не виконані	0 – 8

##### 3. Захист лабораторних робіт

Ваговий бал за одну роботу – 10.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи:  $10 \times 4 = 40$ .

Критерії нарахування балів:

“відмінно” – роботу виконано, оформлено звіт, відмінний захист	9 – 10
“добре” – роботу виконано, оформлено звіт, добрий захист	7 – 8
“задовільно” – роботу виконано, оформлено звіт, невпевнений захист	4 – 6
“незадовільно” – роботу не зараховано	0 – 3

##### 4. Тест-контроль-10

Необхідною умовою допуску до семестрового контролю є зарахування усіх лабораторних робіт, виконання МКР, а також позитивний результат тест-контролю.

Якщо після проходження всіх контрольних заходів з навчальної дисципліни курсант отримує не менше ніж 60 рейтингових балів, а також виконані умови допуску до семестрового контролю з цього кредитного модуля, курсант отримує позитивну оцінку.

Рейтингова оцінка трансформується до університетської системи оцінювання згідно з таблицею:

Рейтингова оцінка здобувача, RD	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
RD < 60	незадовільно

У разі, якщо сума рейтингових балів менша ніж 60, а також виконані умови допуску до семестрового контролю з цієї навчальної дисципліни, курсант виконує на останньому за розкладом занятті залікову контрольну роботу.

Семестровий контроль проводиться у вигляді заліку шляхом надання письмових відповідей на 4 запитання, кожне з яких оцінюється максимум в 25 балів. Контрольні питання до заліку наведені у п. 9. Курсант може виконувати залікову контрольну роботу з метою підвищення оцінки.

Залікова контрольна робота оцінюється, виходячи з розміру шкали у 100 балів.

Критеріями оцінювання є:

повна відповідь на всі питання завдання	100 балів,
повна відповідь на одне питання завдання	25 балів,
неповна відповідь на питання завдання	від 10 до 20 балів,
відповідь на питання завдання містить грубі помилки	від 1 до 9 балів,
відсутність відповіді на питання завдання	0 балів.

У разі отримання балів на заліковій контрольній роботі більше, ніж рейтингових балів у семестрі, попередня оцінка з дисципліни скасовується і він отримує оцінку тільки за результатами складання заліку.

## 9. Додаткова інформація з навчальної дисципліни

*Приблизний перелік питань до залікової контрольної роботи.*

1. Дати офіційне визначення терміну “Метрологія”. В яких напрямках розвивається сучасна метрологія?

2. Закон нормального розподілу випадкових похибок записується у вигляді рівняння:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}}$$

Назвіть величини, що входять до цього рівняння.

3. Виміряне значення рівня сигналу в точці контролю апаратури П-327 дорівнює 0,1 Вт.

Перевести це значення в дБ.

4. Дати визначення поняття “єдність вимірювань”.

5. Дати визначення терміну “вимірювання” і написати основне рівняння вимірювань.

6. Пояснить термін “фізична величина” і “значення фізичної величини”.

7. Дати визначення похибки вимірювання і точності вимірювання.

8. Що називається результатом вимірювання?

9. Які види похибок вимірювання за способом вираження ви знаєте?

10. Дати визначення засобу вимірювань і назвати їх види.

11. Назвати основні метрологічні характеристики засобів вимірювань.

12. Дати визначення класу точності засобу вимірювань.
13. Якими числами позначаються класи точності засобів вимірювань?
14. Розрахувати абсолютну похибку вимірювання і записати результат, якщо клас точності подано у вигляді  $\sim 4,0$ , результат вимірювання  $U = 220$  В, границя діапазону  $X_N = 250$  В.
15. Дати визначення методу вимірювань і назвати найбільш поширені методи вимірювань.
16. Пояснити сутність вимірювання медом заміщення.
17. Пояснити сутність вимірювання методом зрівноваження.
18. В чому полягає сутність диференційного методу вимірювань?
19. В чому полягає сутність повірки засобів вимірювальної техніки?
20. Які види повірок встановлені для засобів вимірювальної техніки?
21. Дати визначення поняття “калібрування засобів вимірювальної техніки”.
22. Які засоби вимірювальної техніки можуть застосовуватися на практиці?
23. Які види калібрування встановлені для засобів вимірювальної техніки?
24. Які засоби вимірювальної техніки не підлягають повірці?
25. За якої умови можуть бути використані результати вимірювання?
26. Пояснити принцип дії електронно-лічильного частотоміра в режимі вимірювання частоти. Оцінити похибку вимірювання.
27. Пояснити принцип дії електронно-лічильного частотоміра в режимі вимірювання періоду. Оцінити похибку вимірювання.
28. Назвати основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи Si. Як вони позначаються?
29. За допомогою розмірностей довести справедливність формул  $S_1 = v \times t$   
 $S_2 = \frac{v^2}{g}$ .
30. Визначити необхідну кількість розрядів  $n$  цифрового засобу вимірювань, щоб його похибка була  $\gamma = 0,01\%$ .
31. Визначити потужність радіостанції, якщо вона визначається опосередковано шляхом вимірювання напруги  $U$  на еквіваленті антени  $R_A$ .
32. Оцінити похибку вимірювання.  
 Дано:  $R_A = 50$  Ом;  $U = 30$  В;  $\delta_{R_A} = 10\%$ ;  $\delta_u = 5\%$
33. Визначити абсолютну похибку вимірювання напруги мережі змінного струму вольтметром класу точності  $\sim 4,0$ , якщо отримано значення  $U = 223,6$  В, на шкалі з  $X_N = 250$  В. Записати результат вимірювання.
34. Виміряне значення рівня сигналу в точці контролю апаратури П-330 дорівнює  $L_H = 20$  Дб. Перевести це значення в одиниці напруги.
35. Чутливість приймальної частини радіостанції, вказана в документації, дорівнює  $L_P = -80$  Дб. Перевести це значення в одиниці потужності [Вт].
36. Скільки вимірювань необхідно виконати, щоб очікувати підвищення точності результату вимірювання в 3 рази?
37. Вказати значення префіксів, що використовуються при написанні одиниць фізичних величин: піко-, нано-, мікро-, мілі-, кіло-, мега-, гіга-, тера-.
38. З якою відносною похибкою виміряна напруга вольтметром класу точності 1.0, якщо  $X_N = 100$ В, а показ вольтметра  $X_{\Pi} = 50$ В?
39. Отримано  $n$  значень вимірюваної фізичної величини  $X_i$ . Оцінити дійсне значення цієї величини.

n	1	2	3	4	5	6	7	8
$X_i$	43.1	44.6	42.2	43.4	42.7	44.1	43.8	42.5

40. Перевірити результати вимірювання на наявність надмірних похибок.  
 Дано:

n	1	2	3	4	5	6	7	8
X <sub>i</sub>	43.1	44.6	42.2	43.4	42.7	44.1	43.8	42.5

$$X_{\text{сер}} = 43.3 \quad S_X = 0.83$$

41. Потужність передавача радіостанції в технічній документації вказана як  $P=140$  Дб. Перевести це значення в [Вт].

42. Виконайте заокруглення чисел до цілих значень:

12.6, 14.2, 13.5, 12.5

43. Відносна похибка вимірювання першого приладу  $\delta_1 = 10^{-3}$ , а другого  $\delta_2 = 2 \times 10^{-3}$ . Який прилад забезпечує більшу точність вимірювання?

44. Значення напруги отримано шляхом вимірювання двома приладами з похибками відповідно  $\Delta X_1 = \pm 2 \text{ В}$  і  $\Delta X_2 = \pm 3 \text{ В}$ . Знайти загальну абсолютну похибку вимірювання.

45. Якого класу точності необхідно взяти прилад, щоб посередині шкали відносна похибка вимірювання була 1%?

46. Визначити довжину  $L$  цифрового відлікового пристрою, якщо засіб вимірювань повинен забезпечувати похибку вимірювання  $\gamma = 0.001\%$ , а ширина одного цифрового розряду  $l = 10 \text{ мм}$ .

47. Чи можна стверджувати що вольтметром класу точності  $\gamma = 1.0$ , розрахованим на вимірювання напруги 100 В, вимірюється напруга 50 В з відносною похибкою 1%?

48. Струм повного відхилення приладу М260  $I_{\text{п}} = 100 \text{ мкА}$ , його внутрішній опір  $R_{\text{вн}} = 2 \text{ кОм}$ . Визначити опір шунта, щоб розширити діапазон вимірювання сили струму до  $I = 10 \text{ мА}$ .

49. На базі приладу М 94 побудувати вольтметр з  $U_{\text{в}} = 100 \text{ мВ}$ . Розрахувати опір додаткового резистора, щоб розширити діапазон вимірювань напруги до  $U = 20 \text{ В}$ , якщо  $R_{\text{в}} = 1 \text{ кОм}$ .

### Варіанти завдань

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
i	7-23	11-16	21-28	5-10	27-32	13-20	31-39	1-9	37-40	30-36
k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
i	41-47	57-60	44-48	54-60	45-50	47-51	48-54	52-56	47-50	55-60
P <sub>д</sub>	0,95	0,99	0,997	0,95	0,99	0,997	0,95	0,99	0,997	0,95
ФВ	мА	В	Ом	м	кг	с	кОм	Вт	мкГн	мВт
K <sub>т</sub>	0,05	0,5	1,0	0,5	1,5	1,5	0,05	1,0	0,05	2,0

### Варіанти модульної контрольної роботи.

Модульна контрольна робота навчальної дисципліни присвячена статистичній обробці результатів багаторазових вимірювань. Її мета – перевірка знань курсантів з основ метрології і вміння їх застосовувати на практиці.

Текст завдання. В результаті випробувань одержано  $n$  значень вимірюваної фізичної величини. Необхідно визначити результат вимірювання в одиницях вимірюваної фізичної величини і границі похибки вимірювання.

Методика виконання роботи викладена в посібнику [3]. Робота виконується на

плановому занятті і здається на перевірку на останній годині заняття. Критерії оцінки модульної контрольної роботи викладені в п.10 цієї програми.