



Основи метрології та теорії похибок

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	101 Екологія
Освітня програма	Екологічна безпека
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)//дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,0кредити (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/Модульні контрольні роботи</i>
Розклад занять	<i>2 години на тиждень (1 години лекцій+1 година практичних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/Ploskonos-Victor-Grigorovych.html Практичні /Семінарські: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/Ploskonos-Victor-Grigorovych.html
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Знання, набуті в процесі вивчення навчальної дисципліни, дають можливість отримати навички основ метрології та підтримки у відповідному стані засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) для належного метрологічного забезпечення технологічних процесів переробки рослинної сировини та захисту довкілля від негативного антропогенного впливу. Формується здатність обробляти та аналізувати та застосовувати основи точності вимірювань під час проведення експериментальних досліджень; проведення статистичного аналізу багаторазових вимірювань, виконаних у промислових і лабораторних умовах.

Предмет навчальної дисципліни «Основи метрології та теорії похибок» – це засвоєння основ метрологічного забезпечення та використання отриманих знань в процесі виконання експериментальних досліджень. Життєвий досвід показує, що жодне дослідження, як би ретельно воно не проводилося, не може бути виконано без знання основ метрології, а також математичної обробки експерименту та точності вимірювання та оцінювання результатів.

У значній мірі вирішення поставлених задач буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які вирішують питання ресурсозбереження, включаючи наукові установи та організації, підприємства.

Для успішного вирішення завдань фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати складні задачі моделювання ситуацій на найвищому науковому рівні.

Мета навчальної дисципліни «Основи метрології та теорії похибок»

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- обізнаність на рівні новітніх досягнень, необхідних для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування;
- здатність координувати тенденції використання ресурсів із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій.

1.2. Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Основи метрології та теорії похибок», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- уміти використовувати концептуальні екологічні закономірності у професійній діяльності;
- критично осмислювати теорії, принципи, методи і поняття з різних предметних галузей для вирішення практичних задач і проблем екології;
- знати сучасні підходи до організації екологічно чистих виробництв, реорганізації та реконструкції діючих виробництв з позицій ресурсозбереження з урахуванням життєвого циклу продукту.

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

Вивчення дисципліни «Основи метрології та теорії похибок» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалаврату та 1-го семестру навчання в магістратурі під час вивчення дисциплін інженерно-технічного спрямування. Дисципліна «Основи метрології та теорії похибок» є основою, що має забезпечити розв'язання технічних проблеми та спрямована на глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1 МЕТРОЛОГІЯ ТА ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПОХИБОК

Тема 1 Сутність метрології та основ теорії похибок. Завдання та функції метрології

Вимірювані фізичні величини. Системи фізичних величин та їх одиниць. Принципи та методи вимірювань фізичних величин. Точність вимірювання фізичних величин.

Тема 2 Засоби вимірювальної техніки

Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), класифікація ЗВТ та їх призначення. Структура та параметри засобів вимірювальної техніки. Показники точності та форми подання результатів вимірювань.

Тема 3 Державна метрологічна служба України

Структура та функції метрологічної служби України. Закон про метрологію: основні поняття та визначення.

Тема 4 Метрологічне забезпечення єдності та точності вимірювань

Метрологічне забезпечення єдності та точності вимірювань. Державний метрологічний контроль і нагляд. Державна метрологічна служба підприємства. Метрологія як наукова основа єдності та точності вимірювань. Державний метрологічний контроль і нагляд.

Тема 5 Метрологічна атестація, повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки для забезпечення їх точності

Метрологічна атестація, повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ). Методи повірки ЗВТ. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Методи повірки (калібрування). Повірочні схеми. Метрологічна повірка засобів вимірювальної техніки. Види метрологічних повірок. Організація і порядок проведення метрологічної повірки.

Тема 6 Міжнародні та регіональні організації з метрології

Міжнародні організації з метрології. Міжнародна організація мір і ваг. Міжнародна організація законодавчої метрології. Регіональні організації з метрології. Метрологія в країнах Західної Європи. Метрологія в США. Метрологія в деяких країнах східної та центральної Європи.

Метрологічна експертиза технічної документації. Загальні положення та завдання метрологічної експертизи. Організація і порядок проведення метрологічної експертизи. Метрологічна експертиза конструкторської документації. Метрологічна експертиза технологічної документації.

Тема 7 Основні положення точності вимірювань за теорією похибок

Найкраща оцінка $\pm$ відхилення. Значущі цифри при визначенні відхилення. Відмінність між результатами вимірювань. Порівняння двох значень: вимірюного і теоретично відомого. Порівняння двох вимірюваних значень. Множення двох вимірюваних значень.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Нестерчук Д.М., Квітка С.О., Галько С.В.. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник / – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 256 с.
2. Боженко Л.І. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація. – Львів: Афіша, 2006. - 324 с.
3. Васілевський О. М., Кучерук В.Ю., Володарський Є.Т. Основи теорії невизначеності вимірювань : Підручник / – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 230 с.

Додаткова література

4. Закон України про метрологію та метрологічну діяльність, № 1765, м.Київ, 15 червня 2004 р.
5. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навч.посібник для студентів техн.спеціал. ВНЗ. – Вінниця:, Видав. Держ.Технічн.Університету, 2001.-220 с.
6. ДСТУ 3651.2-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин. Міжнародні системи величин. Основні положення, назви та позначення.
10. Примаков СП., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. К.: ЕКМО, 2002.-396 с.
11. ДСТУ 2926-94 Системи якості. Комплекси керування якістю системні технологічні. Основні положення.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – <https://mepr.gov.ua/>
2. Промислова екологія. Спільнота фахівців-екологів – <http://www.eco.com.ua/>
3. Професійна Асоціація Екологів України (ПАЕУ) – <https://paeu.com.ua/>
4. Бібліотека ім. В.І. Вернадського – www.nbuv.gov.ua
5. Екологічний портал України – www.ecologya.com.ua

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Основи метрології та теорії похибок», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області стандартизації, метрології та точності вимірювань;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів досліджень;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	РОЗДІЛ 1 МЕТРОЛОГІЯ ТА ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПОХИБОК Тема 1 Сутність метрології та основ теорії похибок. Завдання та функції метрології Лекція № 1. Завдання та функції метрології та основ теорії похибок. Закон про метрологію: основні поняття та визначення. Література: [1] с.10-23; [2] с.6-14, [3] с.7-19, [4] с.128-134. Завдання на СРС Принципи та методи вимірювань фізичних величин.	4
2	Тема 2. Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), класифікація ЗВТ та їх призначення Лекція № 2. Засоби вимірювальної техніки, їх класифікація та призначення. Структура та параметри засобів вимірювальної техніки. Література: [1] с.30-43; [2] с.16-34, [4] с.137-149, [14] с.28-44. Завдання на СРС Показники точності та форми подання результатів вимірювань.	2
3	Тема 3 Державна метрологічна служба України Лекція № 3. Структура та функції метрологічної служби України. Література: [1] с.48-63; [2] с.36-44, [4] с.152-164, [14] с.48-64. Завдання на СРС Закон про метрологію: основні поняття та визначення.	2
4	Тема 4 Метрологічне забезпечення єдності та точності вимірювань. Державний метрологічний контроль і нагляд. Метрологічна служба підприємства Лекція № 4. Метрологія як наукова основа єдності та точності вимірювань. Державний метрологічний контроль і нагляд. Література: [2] с.48-66; [3] с.56-74, [4] с.166-184, [14] с.68-86. Завдання на СРС Державна метрологічна служба підприємства (організації).	2

5	Тема 5 Метрологічна атестація, повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ). Методи повірки ЗВТ Лекція № 5. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Методи повірки (калібрування). Повірочні схеми. Література: [2] с.68-96; [3] с.76-94, [4] с.186-199, [14] с.88-106. Завдання на СРС Метрологічна повірка засобів вимірювальної техніки. Види метрологічних повірок. Організація і порядок проведення метрологічної повірки.	2
6	Тема 6 Міжнародні організації з метрології. Метрологія в іноземних країнах Лекція № 6. Міжнародна організація з метрології. Міжнародна організація мір і ваг. Міжнародна організація законодавчої метрології. Регіональні організації з метрології. Метрологія в країнах Західної Європи. Метрологія в США. Метрологія в деяких країнах східної та центральної Європи. Література: [2] с.98-126; [3] с.96-124, [4] с.202-249, [14] с.108-136. Завдання на СРС Метрологічна експертиза технічної документації. Загальні положення та завдання метрологічної експертизи. Організація і порядок проведення метрологічної експертизи. Метрологічна експертиза конструкторської документації. Метрологічна експертиза технологічної документації.	2
7	Тема 7 Основні положення точності вимірювань за теорією похибок Лекції № 7-8. Найкраща оцінка $\pm$ точність. Відмінність між результатами вимірювань. Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох виміряних значень. Лекція № 4. Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох виміряних значень. Лекція № 5. Відносні похибки. Значущі цифри у відносних похибках. Множення двох виміряних значень Література: [5] с.31-57; [7] с.23-54; [8] с.39-68. Завдання на СРС. Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох виміряних значень.	4
	Всього	18

Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів по даній дисципліні практичні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Вони закладають і формують основи кваліфікації студентів. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників.

Основні завдання циклу практичних занять та лабораторних практикумів:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області стандартизації, метрології та точності вимірювань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
<u>1</u>	Загальні поняття фізичних величин. Системи фізичних величин. Вияснення причин виникнення похибок. Основні положення точності вимірювань. Вирішення задач з метою загальної оцінки похибок у випадку багаторазових вимірювань. Відносні похибки та значущі цифри. Література: [5] с.12-21; [7] с.6-14; [8]с. 16-23. Завдання на СРС. Вирішення задач з метою загальної оцінки похибок у випадку багаторазових вимірювань в лабораторних умовах.	2
2	Похибки при непрямим вимірюваннях. Визначення похибок при використанні результатів вимірювань в операціях суми, різниці, множення та ділення Література: [5] с. 49-64; [7] с.16-22. Завдання на СРС. Похибки при непрямим вимірюваннях в лабораторних умовах.	4
3	Статистичний аналіз випадкових похибок. Розрахунок середнього та стандартного відхилення. Література: [5] с.87-91, [7] с.34-43, [8] с. 49-54. Завдання на СРС. Розрахунок середнього та стандартного відхилення в лабораторних умовах.	4
4	Статистичний аналіз випадкових похибок. Розрахунок стандартного відхилення середнього. Систематичні похибки. Вирішення задач на відсіювання та об'єднання результатів вимірювання. Література: [5] с.92-101, [10] с.44-63, [13] с. 55-64. Завдання на СРС. Розрахунок стандартного відхилення середнього в лабораторних умовах. Відсіювання та об'єднання результатів вимірювання в лабораторних умовах в лабораторних умовах.	4
	Модульні контрольні роботи	2
	Залік	2
	Всього	18

7. Самостійна робота студента/студента

Самостійна робота студентів займає 70 % часу вивчення курсу, включає підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань, що не ввійшли у перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1 Метрологія та Основи теорії похибок		
	Тема 1 Сутність метрологічного забезпечення та основ теорії похибок. Завдання та функції метрологічного забезпечення оцінки відповідності продукції. СРС до теми 1 Принципи та методи вимірювань фізичних величин.	62

1	<i>Література: [1] с.10-23; [2] с.6-14, [3] с.7-19, [4] с.128-134.</i> Тема 2. Засоби виміральної техніки (ЗВТ), класифікація ЗВТ та їх призначення <i>СРС до теми 2 Показники точності та форми подання результатів вимірювань.</i> <i>Література: [1] с.30-43; [2] с.16-34, [4] с.137-149, [14] с.28-44.</i> Тема 3 Державна метрологічна служба України <i>СРС до теми 3 Закон про метрологію: основні поняття та визначення.</i> Тема 4 Метрологічне забезпечення єдності та точності вимірювань. Державний метрологічний контроль і нагляд. Метрологічна служба підприємства <i>СРС до теми 4 Державна метрологічна служба підприємства (організації).</i> <i>Література: [2] с.48-66; [3] с.56-74, [4] с.166-184, [14] с.68-86.</i> Тема 5 Метрологічна атестація, повірка та калібрування засобів виміральної техніки (ЗВТ). Методи повірки ЗВТ <i>СРС до теми 5 Метрологічна повірка засобів виміральної техніки. Види метрологічних повірок. Організація і порядок проведення метрологічної повірки.</i> <i>Література: [2] с.68-96; [3] с.76-94, [4] с.186-199, [14] с.88-106.</i> Тема 6 Міжнародні організації з метрології. Метрологія в іноземних країнах <i>СРС до теми 6 Метрологічна експертиза технічної документації. Загальні положення та завдання метрологічної експертизи. Організація і порядок проведення метрологічної експертизи. Метрологічна експертиза конструкторської документації. Метрологічна експертиза технологічної документації.</i> <i>Література: [2] с.98-126; [3] с.96-124, [4] с.202-249, [14] с.108-136.</i> Тема 7 Основні положення точності вимірювань за теорією похибок <i>СРС до теми 7 Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох виміряних значень.</i> <i>Література: [5] с.31-57; [7] с.23-54; [8] с.39-68.</i>	
2	Підготовка до модульних контрольних робіт	4
3	Виконання домашньої контрольної роботи	12
4	Підготовка до заліку	6
	Всього годин	84

Політика та контроль

8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Магістранти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів після погодження з викладачем з отриманням відповідного сертифікату:

- <https://prometheus.org.ua/>,

- <https://www.coursera.org/> .

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.

- Штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, магістранти мають своєчасно зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання контрольних завдань, проведення занять; здача заліку за іншого магістранта; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантними, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях. Норми етичної поведінки студентів 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)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семест р	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредит и	акад . год.	Лекції	Практичн і	Лаб. практ .	СР С	МК Р	ДК Р	Семестровий контрол ь
3	4,0	120	18	18	-	84	1	1	Залік

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

Рейтинг магістранта з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

– виконання та захист практичних завдань (4 роботи);

– написання двох контрольних робіт (Одна МКР поділяється на дві одногодинні контрольні роботи МКР-1 і МКР-2);

– виконання домашньої контрольної роботи;

Семестровим контролем є залік.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал на практичних заняттях перше і друге складають по 16 балів; на заняттях: третє і четверте: складає по 8 балів. Максимальна кількість балів за всі практичні завдання дорівнює: 16 балів x 2 завдання + 8 балів x 2 завдання = 48 балів.

Критерії оцінювання виконання практичного завдання:

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали	
	за 1 і 2	за 3 і 4
Завдання виконане в повній мірі	16	8
Незначні недоліки	14-15	7
Помилки під час виконання завдання або захисту	12-13	6
Несвоєчасне виконання завдання, виконання завдання не в повному обсязі та/або грубі помилки	1-11	1-5
Невиконання завдання	0	0

Написання модульних контрольних робіт.

Ваговий бал за кожну модульну контрольну роботу - 16 балів.

Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи: 16 балів x 2 роботи = 32 бали.

Критерії оцінювання виконання контрольної роботи:

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали
Завдання виконане в повній мірі	16
Незначні недоліки	14-15
Помилки під час виконання	12-13
Виконання завдань не в повному обсязі та/або грубі помилки	1-11
Невиконання роботи	0

Виконання домашньої контрольної роботи.

Домашня контрольна робота максимально оцінюється у 20 балів.

Критерії оцінювання виконання домашньої контрольної роботи:

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали
Роботу виконано в повній мірі	20
Незначні недоліки	18-19
Помилки під час виконання завдань або захисту	13-17
Несвоєчасне виконання завдань, виконання завдань не в повному обсязі та/або грубі помилки	1-12
Невиконання завдання	0

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_c = 2 \cdot 16 + 2 \cdot 8 + 2 \cdot 16 + 20 = 100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 32 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 16 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 64 бали. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 32 балів.

Максимальна сума рейтингових балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, виконати і захистити всі практичні завдання, виконати домашню контрольну роботу.

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання і захист всіх практичних завдань, виконання домашньої контрольної роботи та рейтинг, що складає не менше 40 % від рейтингової шкали (R), тобто 40 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0,6 R, а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, виконують письмову залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються. Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох питань. Приблизний перелік залікових запитань наведено у Розділі 9. У цьому разі сума балів за залікову контрольну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Бали отримані студентом на контрольній роботі є остаточними.

Залікова контрольна робота оцінюється в 100 балів.

Кожне з трьох питань контрольної роботи оцінюється у 33,33 бали відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 33-30 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 29-25 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 24-20 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 19-0 балів.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок.

Кількість балів	Оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
RD < 60	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Проаналізувати та надати оцінку основним поняттям та визначенням Закону «Про метрологію та метрологічну діяльність».
2. Дати оцінку основним положенням державного метрологічного контролю і нагляду: назвати види і мету його проведення, на що поширюється, для чого здійснюється, об'єкти і функції державного метрологічного контролю і нагляду.
3. Дати оцінку засобам вимірювальної техніки (ЗВТ): визначення ЗВТ, види ЗВТ, їх перелік і визначення за видом ЗВТ.
4. Дати оцінку і визначення метрологічній атестації та калібруванню засобів вимірювальної техніки (ЗВТ).
5. Дати оцінку і визначення метрологічній повірці засобів вимірювальної техніки (ЗВТ).
6. Дати оцінку методам повірки (калібрування) засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), охарактеризувати та назвати повірочні схеми ЗВТ.

7. Проаналізувати основні принципи системи сертифікації продукції УкрСЕПРО.
8. Дати оцінку метрологічній службі (МС) України.
9. Проаналізувати призначення, функції і задачі міжнародної організації мір і ваг (МОВ).
10. Дати оцінку і визначення єдності та точності вимірювань.
11. Проаналізувати і охарактеризувати види метрологічних повірок засобів виміральної техніки (ЗВТ).
12. Дати оцінку і охарактеризувати метрологічну службу підприємства.
13. Дати оцінку і визначення еталону.
14. Дати оцінку визначенню метрології в її сучасному розумінні.
15. Дати оцінку і визначення атестації виробництва.
16. Обґрунтувати поняття та надати формулу для розрахунку відносної похибки.
17. Обґрунтувати поняття точності вимірювання через відносну похибку.
18. Обґрунтувати використання поняття відносної похибки у формулі розрахунку похибки здобутку результатів вимірювань.
19. Проаналізувати та надати правило розрахунку похибки суми та різниці двох незалежних вимірюваних величин.
20. Проаналізувати правила розрахунку похибки, які використовуються під час вимірювання незалежних вимірюваних величин.
21. Проаналізувати та надати правило розрахунку похибки суми та різниці величин, правило похибки добутку і ділення результатів вимірювань, а також правило добутку результату вимірювань на точне число.
22. Обґрунтувати використання правила розрахунку похибки при піднесенні вимірної величини до ступеня.
23. Проаналізувати та надати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань.
24. Обґрунтувати використання загальної формули для розрахунків похибок в непрямих вимірюваннях та методу «крок за кроком».
25. Обґрунтувати суть проблеми об'єднання результатів експерименту та визначитися із формулами розрахунку середнього зваженого.

Перелік питань модульних контрольних робіт
Модульна контрольна робота (МКР: МКР1 +МКР2)

1. Дати визначення метрології як науки.
2. Які основні завдання поставлені перед метрологією ?
3. Показати, на вирішення яких проблем націлені завдання метрології ?
4. У відповідності із завданнями та функціями які види метрології можна назвати ?
5. У відповідності із законом «Про метрологію та метрологічну діяльність» дати визначення єдності вимірювань.
6. Назвати головну організацію із забезпечення єдності вимірювань в Україні.
7. Навести, що відноситься до відомчих метрологічних служб України ?
8. Дати визначення засобу виміральної техніки.
9. Навести види засобів виміральної техніки (ЗВТ) ?
10. Показати, з якої причини всі ЗВТ підлягають обов'язковій державній відомчій повірці ?
11. Навести, що становить основу державної системи забезпечення єдності вимірювань ?

12. Дати визначення, що називається метрологічним забезпеченням ?
13. Навести за рахунок чого досягається єдність вимірювань та дати визначення одностайності ЗВТ?
14. Показати, що становить технічну основу метрологічного забезпечення ?
15. Навести, що є об'єктами Державного контролю та нагляду ?
16. Показати, що належить до функцій відомчого метрологічного контролю ?
17. Назвати міжнародні метрологічні організації, які внесли та і вносять вагомий внесок у розв'язання проблем єдності вимірювань.
18. Проаналізувати та надати правило розрахунку похибки суми та різниці величин, правило похибки добутку і ділення результатів вимірювань, а також правило добутку результату вимірювань на точне число.
19. Обґрунтувати використання правила розрахунку похибки при піднесенні виміряної величини до ступеня.
20. Проаналізувати та надати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань.

Приблизний перелік завдань для домашньої контрольної роботи

1. Застосувати формулу розрахунку відносної похибки (у відсотках) для п'яти вимірювань:
 - виміряна висота = $5,03 \pm 0,04$ м;
 - виміряний час = $19,5 \pm 1$ с;
 - виміряний заряд = $(-3,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-19}$ Кл);
 - виміряна довжина хвилі = $(0,56 \pm 0,07) \cdot 10^{-6}$ м);
 - виміряний імпульс = $(3,27 \pm 0,04) \cdot 10^3$ г*см/с).

2. Використати поняття точності вимірювання через відносну похибку для випадку, а саме: припустимо, що потрібно виміряти довжину 2 см з точністю 1%. З допомогою дерев'яної лінійки можна провести відлік з точністю до 1мм, а з допомогою мікроскопа – до 0,1 мм.
 Чи можливо це зробити з допомогою дерев'яної лінійки? З допомогою мікроскопа?

3. Використати формулу розрахунку похибки здобутку результатів вимірювань у випадку, коли вимірюються дві величини **a** і **b** (довжина та ширина паперової смужки для випробування на міцність). Отримуємо: **a**= $11,5 \pm 0,2$ см і **b**= $25,4 \pm 0,2$ см.
 Потрібно розрахувати значення площі смужки **S=a*b**, абсолютне та відносне значення похибки в **S**, а також відносне значення похибок виміряних величин ?

4. Використати правило розрахунку похибки суми та різниці двох незалежних виміряних величин у випадку:
 Лаборант змішує розчини хімічних реагентів із двох бутлів, попередньо вимірявши окремо маси цих наповнених і потім порожніх бутлів і одержавши в результаті:
 - M_1 - маса першого бутля і його вмісту = 540 ± 10 г;
 - m_1 = маса першого порожнього бутля = 72 ± 1 г;
 - M_2 = маса другого бутля і його вмісту = 940 ± 20 г;
 - m_2 = маса другого порожнього бутля = 97 ± 1 г.
 Необхідно визначити повну масу хімічних реагентів, розрахувати похибку повної маси та записати кінцевий результат.

5. Використати правила розрахунку похибки, які використовуються під час вимірювання незалежних виміряних величин у випадку:
 Спеціаліст отримав наступні результати вимірювань:
 - $a=5 \pm 1$ см; $b=18 \pm 2$ см; $c=12 \pm 1$ см; $t=3,0 \pm 0,5$ с; $m=18 \pm 1$ г.
 Використовуючи правила похибки суми (різниці) результатів вимірювань та добутку і ділення результатів вимірювань, розрахуйте похибки та відносні похибки (в %):
 - а) $a+b+c$; б) $a+b-c$; в) $c*t$; г) $4a$; д) $b/2$ (де цифри 4 і 2 не мають похибки), е) $m*b/t$.

6. Скористатися правилами розрахунку: похибки суми та різниці величин, похибки добутку і ділення результатів вимірювань, добутку результату вимірювань на точне число під час розрахунку наступних виразів:

а) $(5 \pm 1) + (8 \pm 2) - (10 \pm 4)$; б) $(5 \pm 1) * (8 \pm 2)$;

в) $(10 \pm 1) / (20 \pm 2)$; г) $2\pi * (10 \pm 1)$ (цифри π і 2 не мають похибки).

7. Використати правило розрахунку похибки при піднесенні вимірюваної величини до ступеня у випадку, коли експериментатор визначає прискорення вільного падіння g , вимірюючи час t падіння каменю з висоти h (h визначається відомою формулою $h = \frac{1}{2} g * t^2$).

Після декількох вимірювань часу він знаходить:

$t = 1,6 \pm 0,1$ с і вимірює висоту h як $h = 14,1 \pm 0,1$ м.

8. Використати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадку: кут ϑ виміряли як 125 ± 2 град. Потім це значення використовується для розрахунку $\sin(\vartheta)$.

Необхідно розрахувати $\sin(\vartheta)$ та похибку.

9. Визначитися, чи потрібно відкидати сумнівний результат вимірювання у випадку:

Спеціаліст проводить 14 вимірювань періоду коливальних генератора і отримує результати (в долях секунди): 7, 3, 9, 3, 6, 9, 8, 7, 8, **12**, 5, 9, 9, 3

Відчуваючи, що результат (**12**) завеликий, спеціаліст вирішує використати критерій Шовене. Чи відкине він цей результат? Скільки результатів, таким же чином відмінних від середнього, як **12**, йому слід очікувати?

10. Використати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань: кут ϑ виміряли як $\vartheta = 20 \pm 3$ град. Потім це значення використовується для розрахунку $\cos \vartheta$.

Необхідно розрахувати $\cos \vartheta$ та похибку.

11. Визначити значення критерію χ^2 для вибірки із 40 вимірювань $x_1, x_2, \dots, x_{40}$ довжини траєкторії x кулі, що вилітає із деякої рушниці (результати наведені в таблиці).

731	772	771	681	722	688	653	757	733	742
739	780	709	679	760	748	672	687	766	645
678	748	689	810	805	778	764	753	709	675
698	770	754	830	725	710	738	638	787	712

12. Виконати розрахунок середнього значення та стандартного відхилення результатів десяти вимірювань одного із показників, що характеризує якість паперу (наприклад, гладкість паперу): **86, 85, 84, 89, 86, 88, 88, 85, 83, 85**.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав доцент, к.т.н., Плосконос В.Г.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 14 від 08.06.2022)

Погоджено Методичною комісією ІХФ (протокол №10 від 24.06.2022 р.)