

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання

КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

з дисципліни

**„МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ
ПРОДУКЦІЇ“**

для студентів спеціальності

152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(освітня програма „Якість, стандартизація та сертифікація“);
денної й заочної форм навчання

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни „Метрологічне забезпечення якості продукції“ для студентів спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка (освітня програма „Якість, стандартизація та сертифікація“); денної й заочної форм навчання / Укл.: А.В. Коротун, В.І. Рева. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 20 с.

Укладачі: А.В. Коротун, доц., канд. фіз.-мат. наук
В.І. Рева, ст. викл., канд. фіз.-мат. наук

Рецензент: В. В. Погосов, проф., д-р фіз.-мат. наук

Відповідальний за випуск: А.В. Коротун, доц., канд. фіз.-мат. наук

Затверджено
на засіданні кафедри
мікро- та наноелектроніки

Протокол №3
від “ 21 ” листопада 2018 р.

на засіданні НМК ФРЕТ
Протокол №3
від “ 22 ” листопада 2018 р.

ЗМІСТ

1	МЕТА І ЗАДАЧІ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	4
2	ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ	5
3	ОРГАНІЗАЦІЙНІ ВКАЗІВКИ	5
4	МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	6
4.1	Основні розділи курсового проекту	6
4.2	Приклади метрологічних параметрів деяких приладів ...	6
4.2.1	Основні характеристики датчиків Холла	6
4.2.2	Параметри кварцових резонаторів	7
4.3	Рекомендації до розробки методики виконання вимірювань	8
4.3.1	Правові основи виконання вимірювань	8
4.3.2	Порядок розробки та вимоги до методик виконання вимірювань	10
4.4	Статистична обробка даних	11
4.5	Визначення похибки вимірювань	13
4.5.1	Загальні відомості з теорії похибок	13
4.5.2	Розрахунок похибки прямих вимірювань	14
4.5.3	Розрахунок похибки непрямих вимірювань	15
5	ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ І ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	16
6	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	18

1 МЕТА І ЗАДАЧІ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Метою курсового проекту (КП) є поглиблення і розширення теоретичних знань із загальних основ метрології, метрологічних норм і правил, вироблення у студентів системного підходу до проведення вимірювань фізичних величин різних процесів, отримання навичок із вибору і застосування засобів вимірювальної техніки, із використання комп'ютерів та спеціалізованих програм для обробки результатів вимірювань, із користування спеціальною науковою і довідковою літературою, діючими стандартами.

Важлива роль даного КП полягає у застосуванні знань, набутих студентами при попередньому вивченні дисциплін «Інформатика. Персональні комп'ютери», «Метрологія», «Електронна техніка. Контроль якості», «Статистичні методи управління якістю продукції».

При роботі над курсовим проектом студент набуває досвіду для подальшої роботи над дипломним проектом і в майбутній інженерній діяльності.

В результаті виконання даного курсового проекту студент повинен засвоїти:

- прийоми самостійного аналізу літературних джерел за заданою темою;
- підходи до вибору засобів вимірювальної техніки, придатної для проведення вимірювань заданих фізичних величин різних процесів;
- статистичні методи оцінки параметрів вимірюваних величин;
- методику виконання вимірювань;
- методи оцінки похибки проведених вимірювань.

ЗНАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Тема КП задається студенту керівником курсового проекту. Студенту надається право вибору теми КП. Студент може також запропонувати свою тему з обґрунтуванням доцільності її розробки. Завдання на КП видається студенту на початку семестру за типовою формою. Приблизний перелік тем КП наведений у табл. 1.

Таблиця 2.1. – Приклади варіантів завдань до курсового проекту

№	Тема
1.	Дослідження параметрів [конкретизувати яких] приладу [конкретизувати якого]
2.	Розробка методики калібрування або перевірки засобу виміральної техніки [конкретизувати якого]
3.	Розробка методики виконання вимірювань [конкретизувати чого саме]
4.	Порівняльний аналіз різних засобів або методів вимірювання параметрів (характеристик) [конкретизувати чого саме]
5.	Застосування методів [конкретизувати яких] обробки результатів вимірювань [конкретизувати чого саме]

ЗОРГАНІЗАЦІЙНІ ВКАЗІВКИ

Робота над курсовим проектом повинна проводитись згідно з календарним планом. Календарний план розробляється керівником проекту сумісно зі студентом після видачі завдання на проект.

Керівник проекту визначає зміст і об'єм розрахункової і графічної частин проекту, надає допомогу студенту у виборі літературних джерел, проводить консультації, виявляє помилки, допущені в ході проектування, систематично здійснює контроль виконання календарного плану. Після закінчення курсового проекту керівник перевіряє пояснювальну записку і графічну частину.

У процесі виконання проекту студент повинен доповідати керівникові про поетапне виконання ним робіт.

4 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

4.1 Основні розділи курсового проекту

Приблизний перелік розділів КП наступний:

1. Основні теоретичні відомості про об'єкт дослідження, його метрологічні характеристики та методики і засоби техніки їх вимірювання.
2. Обґрунтування вибору засобів вимірювальної техніки для проведення метрологічних досліджень.
3. Опис методики виконання вимірювань.
4. Статистична обробка отриманих даних.
5. Визначення похибок вимірювань.
6. Аналіз результатів проектування.

4.2 Приклади метрологічних параметрів деяких приладів

4.2.1 Основні характеристики датчиків Холла

Лінійні датчики Холла мають такі основні характеристики:

1. Повна шкала виходу відповідає діапазону вихідних напруг, в якому нелінійність не виходить із заданих меж. Визначається як частина напруги живлення.
2. Діапазон вимірюваної індукції, установлюваний виготовлювачем в гаусах або мілітесла.
3. Чутливість, вимірювана як крутизна характеристики перетворення в мВ/Гс або мВ/мТл.
4. Похибка лінійності характеристики перетворення – відхилення статичної характеристики перетворення датчика від ідеальної прямої лінії в заданому діапазоні тисків. Один із способів визначення похибки лінійності полягає у використанні методу найменших квадратів, який математично забезпечує отримання прямої лінії найкращого наближення до точок даних. Вказується в процентах від повної шкали.
5. Напруга нуля магнітного поля – значення вихідної напруги, що відповідає відсутності магнітного поля.

6. Температурний дрейф нуля – зміна напруги нуля, викликана зміною температури. Вказується в $\% / ^\circ\text{C}$ від напруги нуля, відповідного 25°C .

7. Температурний дрейф чутливості – зміна чутливості, викликана зміною температури. Вказується в $\% / ^\circ\text{C}$ від напруги повної шкали, відповідного 25°C .

8. Час відгуку, визначається як час зміни вихідного сигналу від 10% до 90% сталого значення його прирощення при стрибкоподібному зміні магнітного поля.

9. Смука пропускання визначається за рівнем зниження чутливості на 3 дБ в режимі малого сигналу.

Логічні датчики Холла мають такі основні характеристики:

1. Індукція включення – значення індукції, при якій відбувається перехід вихідного напруги датчика від низького до високого рівня.

2. Індукція вимикання – значення індукції, при якій відбувається перехід вихідного напруги датчика від високого до низького рівня.

3. Гістерезис – різниця між індукції включення і виключення.

4. Час перемикання – визначається як час зміни вихідного сигналу від 10% до 90% його сталого значення при стрибкоподібному зміні індукції. Сертифікується окремо для наростання і спаду магнітного поля. Для двохвивідною датчиків сертифікується струм споживання при низькій індукції (Н) і при високій (В).

4.2.2 Параметри кварцових резонаторів

Номінальна частота – частота, зазначена на маркуванні або в документації на кварцовий резонатор (вимірюється в МГц або кГц).

Базова частота – реальна частота резонатора, виміряна в заданих умовах експлуатації. Як правило, визначаються тільки кліматичні умови, а саме базова температура навколишнього середовища.

Точність настройки частоти – максимально допустиме відносне відхилення базової частоти резонатора від номінальної частоти. Вимірюється в мільйонних частках від номінальної частоти, що позначаються як ppm (part per million) або 10^{-6} . В окремих рідкісних випадках значення цього параметра наводиться у відсотках. Як правило, значення точності настройки частоти кварцового резонатора вибираються зі стандартного ряду. Стандартний ряд відносних відхилень частоти

для резонаторів загального призначення включає наступні класи точності: ± 5 , ± 10 , ± 15 , ± 20 , ± 30 , ± 50 , ± 75 і ± 100 ppm.

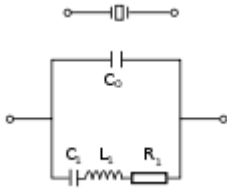


Рисунок 4.1. – Еквівалентна схема кварцового резонатора порядку одиниць пФ.

Шунтуюча ємність C_0 – ємність між виводами кристала. Вимірюється в пікофарад. Шунтуюча ємність складається з паразитної ємності кварцу, ємності області електродів кристала і ємності, що вноситься кристалотримачем. Шунтуюча ємність має значення

Динамічний опір R_1 – параметр, що характеризує енергетичні втрати в коливальному контурі. Динамічний опір кварцових резонаторів змінюється в інтервалі від декількох Ом до сотень кОм залежно від частоти резонансу, номера гармоніки і ряду конструктивних факторів. Часто позначається як еквівалентний послідовний опір ESR.

Динамічна індуктивність L_1 – параметр, що характеризує еквівалент маси в коливальному контурі. Динамічна індуктивність кварцових резонаторів змінюється в інтервалі від тисяч Гн для резонаторів низьких частот до декількох мГн для височастотних резонаторів.

4.3 Рекомендації до розробки методики виконання вимірювань

4.3.1 Правові основи виконання вимірювань

Відповідно до Закону України "Про метрологію та метрологічну діяльність" терміни вживаються у такому значенні:

вимірювання – відображення фізичних величин їх значеннями за допомогою експерименту та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів;

методика виконання вимірювань (далі – МВВ) – сукупність процедур і правил, виконання яких забезпечує одержання результатів вимірювань з гарантованою точністю;

атестація методик виконання вимірювань – процедура встановлення відповідності методики метрологічним вимогам, що ставляться до неї.

Результати вимірювань можуть бути використані за умови, якщо відомі відповідні характеристики похибок або невизначеності вимі-

рювань (ст. 10 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність»). Тобто результати вимірювання можуть вважатися дійсними та використовуватися, якщо відомо з якою точністю проведено вимірювання та за якою методикою. Якщо ці данні не відомі, ми не можемо оцінити результати вимірювання.

Методики виконання вимірювань розробляють та використовують з метою забезпечення виконання вимірювань з похибкою, що не перевищує приписану характеристику.

МВВ у залежності від складності та галузі використання викладають у:

- окремих нормативних документах;
- розділі або частині нормативного документа.

Нормативні документи (стандарти), які регламентують методики виконання вимірювань, розробляють на основі атестованих МВВ. Якщо МВВ, яка Вам потрібна, не викладена у нормативному документі, її необхідно розробити згідно ГОСТ 8.010-99 ГСИ. Методика выполнения измерений. Основные положения.

Методики виконання вимірювань, що використовуються у сфері поширення державного метрологічного нагляду, повинні бути атестовані. Необхідність атестації методик виконання вимірювань, що використовуються поза сферою поширення державного метрологічного нагляду, визначається їх розробниками чи користувачами (ст. 10 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність»). Сфера державного метрологічного нагляду регламентована ст. 20 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність».

Атестація цих МВВ проводиться метрологічними центрами, територіальними органами, підприємствами і організаціями, уповноваженими у державній метрологічній системі на проведення цієї атестації. Уповноваження проводиться у порядку, встановленому «Правилами уповноваження та атестації у державній метрологічній системі». Національний науковий центр «Інститут метрології» веде облік організацій, уповноважених на проведення атестації МВВ, що використовуються у сфері поширення державного метрологічного нагляду.

Основна мета атестації МВВ – підтвердження можливості проведення вимірювання за даною МВВ з похибкою, яка не перевищує вказану у документі, який регламентує МВВ.

Атестацію MBV здійснюють за результатами метрологічної експертизи матеріалів розробки MBV та документу, який регламентує MBV, та теоретичного та/або експериментального дослідження MBV.

У разі прийняття позитивного рішення щодо результатів атестації MBV:

- документ, який регламентує MBV, затверджують у встановленому порядку;
- у документі, який регламентує MBV, зазначають «MBV аттестовано» з позначенням організації, яка проводила атестацію MBV;
- оформлюють свідоцтво про атестацію MBV.

Атестовані методики заносяться до «Державного реєстру методик виконання вимірювань, що застосовуються у сфері поширення державного метрологічного нагляду» у порядку, встановленому нормативним документом з метрології – «Положенням про Державний реєстр методик виконання вимірювань та реєстр організаційно-методичних документів з метрології».

На сайті ДП "Укрметртестстандарт" надано інформацію з фонду реєстру організаційно-методичних документів з метрології, у тому числі Державний реєстр методик виконання вимірювань.

Відповідно до «Правил уповноваження та атестації у державній метрологічній системі», якщо вимірювання проводяться виключно за експлуатаційною документацією на засіб вимірювальної техніки (далі - ЗВТ), то наявність MBV не є обов'язковою. Тобто, якщо це прямі вимірювання, то вони можуть виконуватися за експлуатаційною документацією на ЗВТ.

4.3.2 Порядок розробки та вимоги до методик виконання вимірювань

Розробку MBV здійснюють на основі початкових даних, до складу яких входять: призначення MBV, вимоги до діапазону та похибки вимірювань, умов проведення вимірювань, інших вимог до MBV, а також вимог до параметрів об'єкту контролю, значення яких контролюються за результатами вимірювань. Початкові данні викладають у технічному завданні або інших документах на розробку MBV.

Розробка MBV, як правило, складається з:

- вибору методу та ЗВТ, випробувального та допоміжного обладнання та інших технічних засобів;

- встановлення послідовності та змісту операцій при підготовці та проведенні вимірювань, обробці проміжних результатів та обробці результатів вимірювань;
- встановлення приписних характеристик похибки вимірювань;
- розробки нормативів та процедур контролю похибок отриманих результатів вимірювань;
- розробки документу на МВВ;
- метрологічної експертизи проекту документа на ММВ.

4.4 Статистична обробка даних

Теоретичні (генеральні) характеристики. Функція розподілу випадкової величини, отримана по генеральній сукупності, називається *теоретичною функцією розподілу* і позначається $F(x)$.

Розподіл випадкової величини x може бути описаний аналітично за допомогою теоретичного розподілу з функцією густини імовірності $f(x)$.

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

Основними *теоретичними* характеристиками є:

- математичне очікування;
- дисперсія;
- коефіцієнт асиметрії;
- коефіцієнт ексцесу.

Математичне очікування характеризує центр розподілу випадкової величини x і визначається за формулою:

$$E(x) = \mu = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$$

Оцінюється $E(x)$ середнім арифметичним для значень, отриманих при спостереженнях (вимірах) випадкової величини x .

Дисперсія характеризує розсіювання випадкової величини x і визначається за формулою:

$$D(x) = \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x)dx$$

Теоретичні характеристики оцінюються відповідними їм вибірковими (емпіричними) характеристиками (табл. 2).

Таблиця 4.1. – Статистичні характеристик

Теоретичні характеристики	Вибіркові характеристики
Математичне очікування $E(x)$	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
Дисперсія $D(x)$	$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
Початковий момент k -го порядку v_k^*	$v_k^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^k$
Центральний момент k -го порядку μ_k^*	$\mu_k^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - v_1^*)^k$
Коефіцієнт асиметрії $(\beta_1^*)^2$	$(\beta_1^*)^2 = \frac{(\mu_3^*)^2}{(\mu_2^*)^3}$
Коефіцієнт ексцесу β_2^*	$\beta_2^* = \frac{(\mu_4^*)}{(\mu_2^*)^2}$

Для характеристики випадкових величин можуть використовуватися - **квантиль порядку p** чи **p -квантиль x_p** . Фізичний зміст квантилі полягає в наступному: x_p – це таке значення випадкової величини, нижче якої лежить $p - a$ частина розподілу.

Квантиль рівня $p = 0.5$, $x_{0,5}$ називається медіаною. Іноді замість квантилі користуються процентною точкою або процентиллю.

Процентиль $x_{q\%}$ – це таке значення випадкової величини, вище якого лежить $q(\%)$ розподілу. Інакше процентною точкою рівня $q(\%)$ $0 < q < 100$ називається таке x_q , при якому виконується умова

$$P\{x \geq x_q\} = q/100.$$

Теоретична квантиль x_p є функцією, інверсною функції розподілу випадкової величини, і визначається з виразу $F(x_p) = p$.

Якщо $p = 0.25, 0.5, 0.75$, то x_p відповідно **1-а, 2-а і 3-я квантилі**.

4.5 Визначення похибки вимірювань

Внаслідок неточності вимірювальних приладів, неповноти наших знань, труднощів урахування всіх побічних явищ при вимірюванні, неминуче виникають похибки. Тому задача вимірювань полягає не в пошуку "істинного" значення вимірюваної величини, а у встановленні інтервалу значень, усередині якого знаходиться вимірювана величина. Теорія погрішностей показує, як варто вести вимірювання й їх обробку, щоб величина цього інтервалу була найменшою.

Вимірювання можуть бути прямими і непрямими. Прямі – це такі, при яких вимірювана величина порівнюється безпосередньо з деяким еталоном. Непрямі вимірювання характерні тим, що такого прямого порівняння вимірюваної величини з еталоном провести неможливо. Тому використовуються зв'язки вимірюваної величини з іншими, котрі можна вимірювати прямим шляхом.

4.5.1 Загальні відомості з теорії похибок

Похибки можна розділити на *промахи, систематичні і випадкові похибки*.

Промахи – очевидно помилкові вимірювання: невірно узятий відлік, невірні записи результату, неправильне включення приладу і т.п.

Систематичні похибки – похибки, зумовлені однією і тією ж причиною, які залишаються постійними або закономірно змінюються під час повторних вимірювань однієї і тієї ж величини. Причиною появи таких погрішностей є: неправильне градування, наближена розрахункова формула чи метод, неправильне вимірювання і т.п. Їх можна врахувати, якщо не можна усунути.

Випадковими називають похибки, викликані дуже великим числом причин, врахувати які неможливо, тому що вони незалежно один

від одного впливають на кожне вимірювання. Обмежена точність і чутливість приладів, що контролюють умови вимірювання, недосконалість наших органів почуттів, зовнішні умови, що змінюються, і т.п. - усе це приводить до появи випадкових погрешностей. Їх можна звести до мінімуму, але їх неможливо позбутися. Випадкові похибки можна оцінити, використовуючи так звану теорію помилок, яка є одним з розділів теорії ймовірності.

Похибки можна виразити у вигляді *абсолютної величини* (абсолютна похибка) і *відносної величини*. Перша показує величину інтервалу значень, у якому може знаходитися вимірювана величина, і тому є розмірною величиною, друга - показує частку цього інтервалу щодо вимірюваної величини. Відносна похибка часто виражають у відсотках.

4.5.2 Розрахунок похибки прямих вимірювань

Якщо зроблено n незалежних вимірювань деякої величини в умовах, що виключають промахи і систематичні похибки, $X_1, X_2, \dots, X_n$, то для оцінки похибки прямих вимірювань виконуються наступні операції:

1 Обчислюється середнє значення з n вимірювань:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i .$$

2 Знаходяться похибки окремих вимірювань:

$$\Delta X_i = \bar{X} - X_i .$$

3 Обчислюються квадрати погрешностей окремих вимірювань $(\Delta X_i)^2$.

4 Знаходять середню квадратичну похибку серії вимірювань

$$\Delta S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta X_i)^2}{n(n-1)}} .$$

5 Якщо є вимірювання, що відрізняються різко за своїм значенням від інших, перевірити чи не є вони промахами.

6 Задасться коефіцієнт надійності α .

7 Визначається коефіцієнт Стьюдента $t_{\alpha}(n)$ для даного n і α за таблицею.

8 Знаходять межі довірчого інтервалу (похибка результату вимірювань)

$$\Delta X = t_{\alpha}(n) \cdot \Delta S_{\bar{X}}.$$

9 Записується остаточний результат: $X = \bar{X} \pm \Delta X$.

10 Визначається відносна похибка серії вимірювань - величина, що характеризує точність вимірювань

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{\bar{X}} \cdot 100\%.$$

Абсолютна похибка має подвійний знак ($\pm \Delta X$) через те, що похибки рівної абсолютної величини і протилежних знаків рівноймовірнісні. Оскільки абсолютна похибка визначає інтервал, у якому знаходиться істинне значення вимірюваної величини, то, як правило, воно містить одну значущу цифру, що, у свою чергу, визначає останню значущу цифру найбільш ймовірної величини X . Наприклад, $(22,4 \pm 0,5)$ см.

З урахуванням погрішності засобів вимірювальної техніки похибка прямих вимірювань обчислюється за формулою

$$\Delta x = \sqrt{\Delta X^2 + A^2},$$

де A – абсолютна погрішність засобу вимірювання (зазвичай це число рівне половині ціни розподілу вимірювального приладу або половині найменшого розряду індикатора).

У випадку, коли в результаті вимірювань отримано ряд однакових значень вимірюваної величини чи обчислена похибка менше тієї, що дасть прилад, то в якості середньої абсолютної похибки вибирається власна похибка приладу, зумовлена його класом точності чи рівна половині ціни найменшого поділку шкали приладу. Це ж правило стосується випадку, коли здійснюється тільки одне вимірювання.

4.5.3 Розрахунок похибки непрямих вимірювань

Відносну похибку можна знайти логарифмуванням вихідного виразу і його наступного диференціювання із заміною знака d на знак

Δ і відповідним вибором знаків при абсолютних погрішностях прямих вимірювань.

По відносній похибці можна, надалі, знайти абсолютну похибку будь-якої складної залежності за допомогою простих формальних операцій. Наприклад, нехай

$$X = \frac{a}{a+b}, \ln X = \ln a - \ln(a+b),$$

$$\frac{dX}{X} = \frac{da}{a} + \frac{-da}{a+b} + \frac{-db}{a+b},$$

$$\Delta X = X \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta a}{a+b} + \frac{\Delta b}{a+b} \right).$$

Як бачимо, методом диференціального логарифма для знаходження абсолютних погрішностей користуватися зручніше і простіше, ніж методом простого диференціювання.

ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ І ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект складається з двох взаємозв'язаних частин: пояснювальної записки об'ємом 30-40 сторінок і графічної частини, яка складається з двох аркушів формату A1.

Пояснювальна записка – це документ, що вміщує основні теоретичні відомості про об'єкт дослідження, його метрологічні характеристики та методики і засоби техніки їх вимірювання, обґрунтування прийнятих технічних рішень, опис методики виконання вимірювань, результати статистичної обробки отриманих даних і визначення похибок вимірювань.

Пояснювальна записка повинна містити: титульний лист; завдання на курсовий проект; реферат; зміст; вступ, у якому наводяться короткі загальні відомості про об'єкт дослідження; теоретичні відомості, необхідні для виконання проекту, аналітичний огляд і аналіз можливих рішень; практичну (розрахункову) частину; висновки; перелік посилань.

Захист курсового проекту відбувається по графіку, затвердженому кафедрою, у складі комісії з двох-трьох викладачів і в присутності студентів.

При захисті студент повинен зробити коротку доповідь (на 5-7 хвилин) по виконаному проекту і відповісти на поставлені запитання.

При оцінці курсового проекту комісія ураховує якість проекту і результати його захисту. При цьому звертається увага на повноту, якість і самостійність виконання поставленої задачі, акуратність оформлення пояснювальної записки і листів, складність завдання, наявність елементів наукових досліджень, додержання термінів захисту і якість захисту.

Студент, що не подав курсовий проект у зазначений термін, або не захистив його без поважної причини, вважається таким, що має академічну заборгованість.

БРЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (№ 113/ВР-98 зі змінами від 15.06.2004 № 1765-IV)
2. Томашевський О.В., Рісіков В.П. Комп'ютерні технології статистичної обробки даних / Навчальний посібник. – Запоріжжя: Запорізький національний технічний університет, 2004. – 173 с
3. ГОСТ 8.010-99 Методики виконання вимірювань. Основні положення.
4. ДСТУ ГОСТ ISO 5725-1:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювань. Частина 1. Основні положення та визначення.
5. ДСТУ ГОСТ ISO 5725-2:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювань. Частина 2. Основний метод визначення повторюваності і відтворюваності стандартного методу вимірювання.
6. ДСТУ ГОСТ ISO 5725-3:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювань. Частина 3. Проміжні показники прецизійності стандартного методу вимірювання.
7. ДСТУ ГОСТ ISO 5725-4:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювань. Частина 4. Основні методи визначення правильності стандартного методу вимірювання.
8. ДСТУ ГОСТ ISO 5725-5:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювань. Частина 5. Альтернативні методи визначення прецизійності стандартного методу вимірювання.
9. ДСТУ ГОСТ ISO 5725-6:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювань. Частина 6. Використання значень точності на практиці.
10. ДСТУ-Н РМГ 43:2006 Метрологія. Застосування "Руководства по выражению неопределенности измерений".
11. ДСТУ-Н РМГ 61:2006 Метрологія. Показники точності, правильності, прецизійності методик кількісного хімічного аналізу. Методи оцінення.
12. ДСТУ-Н РМГ 62:2006 Метрологія. Забезпечення ефективності вимірювань під час керування технологічними процесами. Оцінення похибки вимірів у разі обмеженої вихідної інформації.

13. ДСТУ-Н РМГ 64:2006 Метрологія. Забезпечення ефективності вимірювань під час керування технологічними процесами. Методи та способи підвищення точності вимірювань.
14. ДСТУ-Н РМГ 76:2008 Метрологія. Внутрішній контроль якості результатів кількісного хімічного аналізу.
15. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюваннями. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання.

Додаток А
Приклад оформлення титульної сторінки

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет

Кафедра МiНЕ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

з дисципліни

„МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ“

(тема роботи)

Виконав:

студент ____ курсу, група РТ-____

(Ініціали, Прізвище)

Прийняв:

(посада)

(Ініціали, Прізвище)

20 __ р.