

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

ОСНОВИ ТЕОРІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Методичні вказівки

до виконання домашніх контрольних робіт для студентів
напряму підготовки 051003 – Приладобудування,
приладобудівного факультету

КИЇВ
НТУУ «КПІ»
2012

Методичні вказівки до домашньої контрольної роботи студентів із курсу «ОСНОВИ ТЕОРІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ» для студентів напряму підготовки 051003 « Приладобудування» приладобудівного факультету / Уклад.: С.Л. Лакоза – К.:НТУУ «КПІ», 2012. - с.

Укладач:

Лакоза Сергій Леонідович

ЗМІСТ

1.	МЕТА І ЗАВДАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ.....	4
2.	ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ	
РОБІТ	4
3.	ОФОРМЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕКСТУ РОБОТИ	5
4.	ПРИКЛАДИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ.....	6
5.	НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ.....	31

1. МЕТА І ЗАВДАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

При виконанні контрольної роботи використовуються знання, здобуті студентами при вивченні дисциплін, передбачених навчальним планом за фахом. Контрольні роботи виконуються з метою формування та закріплення у студентів теоретичних знань і практичних навичок з питань теорії вимірювальних засобів.

Завдання контрольних робіт:

- систематизація, закріплення та розширення теоретичних знань з фахової дисципліни;
- набуття навичок вирішення прикладних задач щодо аналізу інформаційних характеристик сигналу, розрахунок похибок вимірювальних ланцюгів;
- оцінка випадкової складової похибки засобу вимірювання по відомій чи доступній імовірнісній інформації;
- поглиблене вивчення конкретних проблем, що стосуються теоретичного апарату для дослідження вимірювальних перетворювачів.

Контрольна робота служить перевіркою знань студента. У контрольних роботах мають бути використані теоретичні положення, викладені на лекціях та висвітлені в рекомендованих навчально-методичних джерелах.

2. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Виконуючи контрольну роботу, потрібно дотримуватися вимог щодо її структури та оформлення. Контрольна робота повинна містити наступні складові елементи: ідентифікаційна частина, основна частина.

Ідентифікаційна частина містить:

- назву навчального закладу;
- назву дисципліни, з якої виконується контрольна робота;
- прізвище, ім'я та по-батькові студента повністю;
- курс, групу студента.

Основна частина роботи має містити:

- номер варіантів завдань для контрольної роботи, який виконує студент (визначається викладачем згідно розподілу);
- номери завдань контрольної роботи та їх умови;
- рішення завдань контрольної роботи.

Виконання завдань контрольної роботи повинно бути послідовним. При застосуванні формул мають бути приведені короткі пояснення виконуваних дій. Спочатку формули приводяться у загальній постановці, а вже потім необхідно записувати рішення завдання згідно поставленого завдання. Рішення певного завдання має міститися одразу після умови цього завдання.

3. ОФОРМЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕКСТУ РОБОТИ

Виконання контрольної роботи поєднує такі елементи:

- вивчення основної навчальної літератури за тематикою роботи;
- добір і вивчення додаткової літератури за тематикою роботи;
- розв'язання завдань та написання тексту роботи;

Контрольна робота повинна бути оформлена відповідно до вимог щодо оформлення тексту, графічних матеріалів, таблиць і формул. Перша сторінка контрольної роботи є титульною з відповідними реквізитами студента: ПІБ, курс, група, назва предмету та номер варіанту, який був виданий на домашню контрольну роботу.

Контрольна робота виконується шляхом власноручного написання темносинім, чорним або фіолетовим кольором (кульковою ручкою) в звичайному учнівському зошиті, сторінки роботи нумеруються. Написання контрольної роботи здійснюється одним кольором контрастного відтінку з дотриманням інтервалу між рядками. Контрольна робота виконується студентом власноручно (друкування не допускається). Кожна структурна частина роботи починається з нової сторінки. При написанні обов'язково залишати поля для зауважень. Контрольна робота повинна бути виконана грамотно, без довільного скорочення слів, старанно оформлена. У разі виявлення розбіжностей в почерку особи, яка захищає контрольну роботу, і почерку, яким вона виконана, така робота вилучається і анулюється, а студент отримує нове завдання.

Відповіді на теоретичні питання повинні бути чіткими та лаконічними. Виконані контрольні роботи здаються викладачу, що читає лекції. Контроль за якістю виконання контрольних робіт здійснюється шляхом перевірки та оцінки виконаної роботи. Успішно виконані завдання роботи підлягають зарахуванню та відповідному оцінюванню. Не зараховані контрольні роботи підлягають доопрацюванню і повторному поданню на кафедру. При цьому обов'язковим є виконання рекомендацій, що містяться в рецензії на контрольну роботу.

Номер сторінки проставляється унизу справа аркушу арабськими цифрами, відступ від краю має становити біля 1 см. Перший аркуш включається в загальну нумерацію сторінок, але номер сторінки на ньому не проставляється. Ілюстрації, таблиці, розташовані на окремих аркушах, включаються в загальну нумерацію сторінок.

Ілюстрації (креслення, графіки, схеми, діаграми, рисунки) слід розташовувати в роботі безпосередньо після тексту, у якому вони згадуються вперше, або на наступній сторінці, якщо у вказаному місці вони не поміщаються. Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах рішення певного завдання. На всі ілюстрації повинно бути дано посилання в роботі. Наприклад: «...відповідно до рисунку 2». Під ілюстраціями зазначається їх номер і назва.

У випадку не зарахування контрольних робіт студент не допускається до здачі заліку.

4. ПРИКЛАДИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

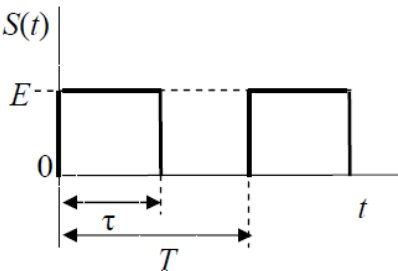
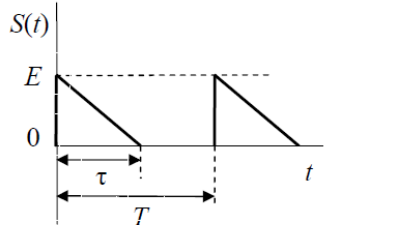
ЗАВДАННЯ №1

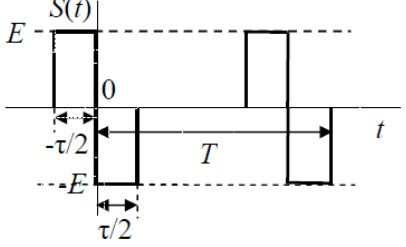
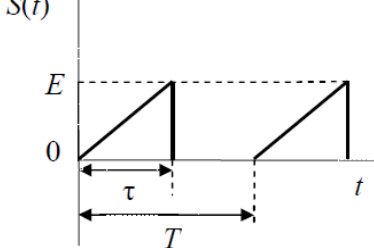
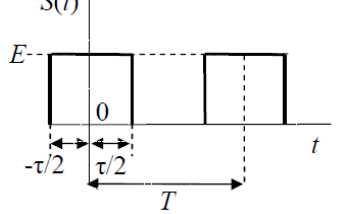
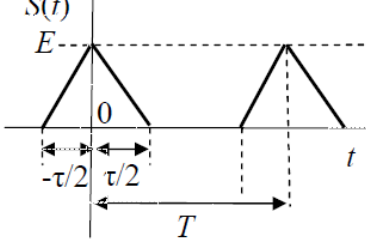
На рис.1 задано періодичну послідовність імпульсів заданої форми і скважності. Виконати спектральний аналіз заданого імпульсу з амплітудою E , тривалістю τ і періодом повторення T :

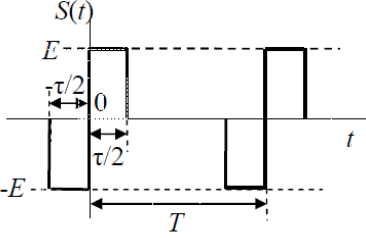
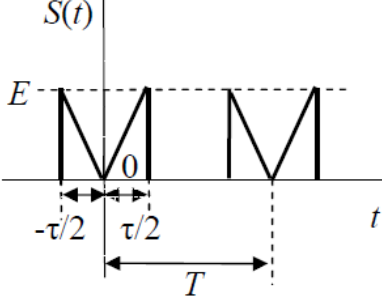
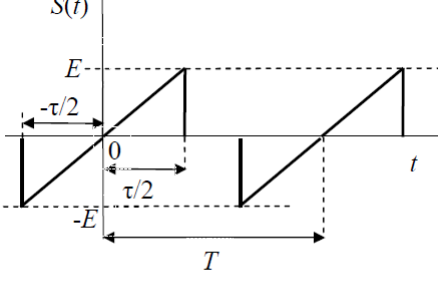
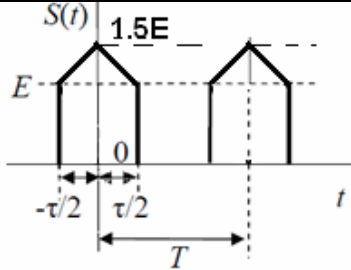
1. використовуючи розклад в ряд Фур'є, визначити всі гармонічні складові спектрів амплітуд і фаз в межах від 0 до 3π ;
2. побудувати у відповідному масштабі графіки спектрів амплітуд і початкових фаз;
3. користуючись рівністю Парсеваля, визначити сумарну потужність всіх складових, включаючи і постійну складову (якщо вона є);

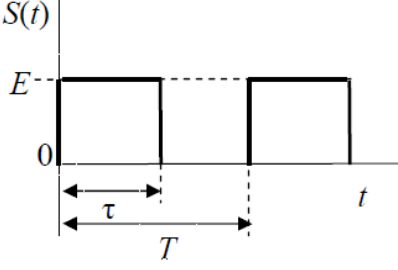
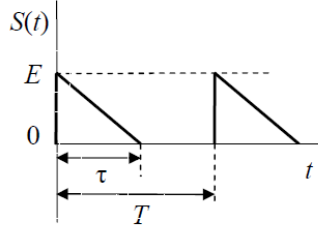
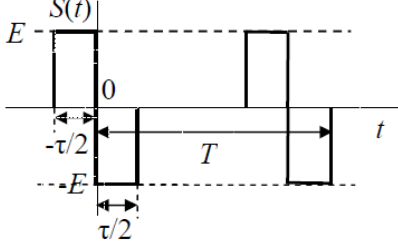
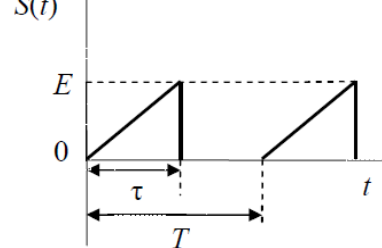
Рисунок та параметри сигналу для відповідного варіанта наведено в таблиці 1.

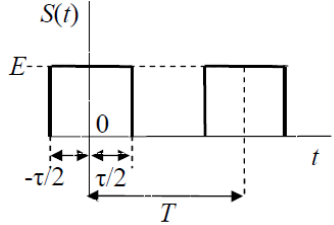
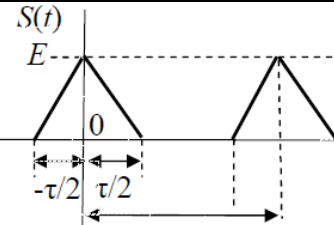
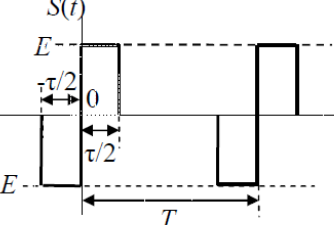
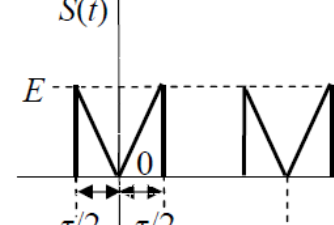
Таблиця 1. Тип та характеристики сигналу

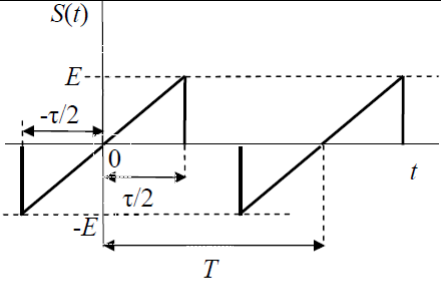
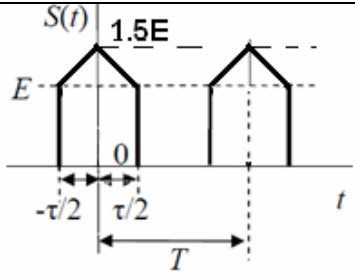
№ п/п	Рисунок сигналу	E	τ	T
1	 <p> $S(t) = E$ при $0 \leq t \leq \tau$; $S(t) = 0$ при $t < 0$ и $t > \tau$; Рис.1 </p>	$E=5$	$\tau=2$ мс	$T=5$ мс
2	 <p> $S(t) = E(1 - t/\tau)$ при $0 \leq t \leq \tau$; $S(t) = 0$ при $t < 0$ и $t > \tau$; Рис.1 </p>	$E=4$	$\tau=3$ мс	$T=9$ мс

3	 <p> $S(t) = E$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$; $S(t) = -E$ при $0 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$; Рис.1 </p>	E=1	$\tau=1$ мс	T=10 мс
4	 <p> $S(t) = E t / \tau$ при $0 \leq t \leq \tau$; $S(t) = 0$ при $t < 0$ и $t > \tau$; Рис.1 </p>	E=10	$\tau=2$ мс	T=6 мс
5	 <p> $S(t) = E$ при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$; Рис.1 </p>	E=0.1	$\tau=5$ мс	T=25 мс
6	 <p> $S(t) = 2E(t + \tau/2) / \tau$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$; $S(t) = 2E(\tau/2 - t) / \tau$ при $0 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$; Рис.1 </p>	E=1	$\tau=0.5$ мс	T=4 мс

7	 <p> $S(t) = -E$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$; $S(t) = E$ при $0 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$; Рис.1 </p>	E=3	$\tau=50$ мс	T=125 мс
8	 <p> $S(t) = -2Et/\tau$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$; $S(t) = 2Et/\tau$ при $0 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$; Рис.1 </p>	E=100	$\tau=2$ мс	T=20 мс
9	 <p> $S(t) = 2Et/\tau$ при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$; Рис.1 </p>	E=5	$\tau=2$	T=5
10	 <p> $S(t) = E + Et/\tau$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$; $S(t) = 1.5E - Et/\tau$ при $0 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$; Рис.1 </p>	E=100	$\tau=2$ мс	T=20 мс

11	 <p> $S(t) = E$ при $0 \leq t \leq \tau$; $S(t) = 0$ при $t < 0$ и $t > \tau$; Рис.1 </p>	E=5	$\tau=2$ мс	T=5 мс
12	 <p> $S(t) = E(1 - t/\tau)$ при $0 \leq t \leq \tau$; $S(t) = 0$ при $t < 0$ и $t > \tau$; Рис.1 </p>	E=4	$\tau=3$ мс	T=9 мс
13	 <p> $S(t) = E$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$; $S(t) = -E$ при $0 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$; Рис.1 </p>	E=1	$\tau=1$ мс	T=10 мс
14	 <p> $S(t) = E t/\tau$ при $0 \leq t \leq \tau$; $S(t) = 0$ при $t < 0$ и $t > \tau$; Рис.1 </p>	E=10	$\tau=2$ мс	T=6 мс

15	 <p> $S(t) = E$ при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$ </p> <p>Рис.1</p>	E=0.1	$\tau=5$ мс	T=25 мс
16	 <p> $S(t) = 2E(t + \tau/2)/\tau$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$; $S(t) = 2E(\tau/2 - t)/\tau$ при $0 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$ </p> <p>Рис.1</p>	E=1	$\tau=0.5$ мс	T=4 мс
17	 <p> $S(t) = -E$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$; $S(t) = E$ при $0 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$ </p> <p>Рис.1</p>	E=3	$\tau=50$ мс	T=125 мс
18	 <p> $S(t) = -2Et/\tau$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$; $S(t) = 2Et/\tau$ при $0 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$ </p> <p>Рис.1</p>	E=100	$\tau=2$ мс	T=20 мс

19	 <p> $S(t) = 2Et/\tau$ при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$; Рис.1 </p>	E=5	$\tau=2$	T=5
20	 <p> $S(t) = E + Et/\tau$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$; $S(t) = 1.5E - Et/\tau$ при $0 \leq t \leq \tau/2$; $S(t) = 0$ при $t < -\tau/2$ и $t > \tau/2$; Рис.1 </p>	E=100	$\tau=2$ мс	T=20 мс

ЗАВДАННЯ №2

Високочастотне косінусоїдальне коливання з частотою f_0 і амплітудою U піддається модуляції. Вид модуляції - амплітудна модуляція, модулюючий низькочастотний сигнал $E(t)$ задані в таблиці 2 ($\Omega_2=2*\Omega_1$). Необхідно скласти в загальному вигляді аналітичні вирази для модульованих коливань

Для АМ-коливань:

- 1) визначити парціальні коефіцієнти модуляції для кожної складової моделюючої функції $E(t)$;
- 2) побудувати у відповідному масштабі спектральну діаграму модульованого коливання і визначити смугу частот, займану сигналом;

Таблиця 2. Параметри сигналів для частотної, фазової та амплітудної модуляції

$E(t)$	Δu	Ω_1 , кГц	Можлива частота f_0 , МГц	Можливе значення амплітуди U
$\Delta u(1 + \cos \Omega_1 t)$	0.1	24, 72, 50	1-5; 0,5	1
$\Delta u(1 + \sin \Omega_2 t)$	0.2	80, 108	5, 10, 20	0,5
$\Delta u(1 + \cos 2\Omega_1 t)$	0.3	72, 50, 108, 80	5, 10, 15, 20	2
$\Delta u(1 + \sin 2\Omega_2 t)$	0.4	72, 50, 108, 80	1-5; 0,5	4
$\Delta u(1 + \cos \Omega_1 t + \cos \Omega_2 t)$	0.5	24, 72, 50	5, 10	6

ЗАВДАННЯ №3

Високочастотне косінусоїдальне коливання з частотою f_0 і амплітудою U піддається модуляції. Вид модуляції – частотна модуляція, модулюючий низькочастотний сигнал $E(t)$ задані в таблиці 2. Необхідно скласти в загальному вигляді аналітичні вирази для модульованих коливань

Для ЧМ-коливань:

- 1) визначити індекс частотної модуляції β ;
- 2) використовуючи розкладання в ряд по функціях Бесселя, визначити амплітуди гармонійних складових модульованого коливання для несучої частоти

ЗАВДАННЯ №4

Високочастотне косінусоїдальне коливання з частотою f_0 і амплітудою U піддається модуляції. Вид модуляції – фазова модуляція, модулюючий низькочастотний сигнал $E(t)$ задані в таблиці 4. Необхідно скласти в загальному вигляді аналітичні вирази для модульованих коливань

Для ФМ-коливань:

- 1) визначити індекс частотної модуляції β ;

2) використовуючи розкладання в ряд по функціях Бесселя, визначити амплітуди гармонійних складових модульованого коливання для несучої частоти

ЗАВДАННЯ №5

Варіант 1

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = \cos x$, інтервали зміни випадкової величини $x - (-\pi/2, \pi/2)$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 2

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = 1/(\beta - \alpha)$, інтервали зміни випадкової величини $x - \alpha \leq x \leq \beta$; $\alpha < \beta$ $\alpha = 2$; $\beta = 5$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 3

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = \sin x$, інтервали зміни випадкової величини $x - (-\pi/2, \pi/2)$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 4

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = a/x$, інтервали зміни випадкової величини $x - 1 \leq x \leq 3$, $a = 4$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 5

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = ax$, інтервали зміни випадкової величини $x - 1 \leq x \leq 5$, $a = 3$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 6

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = ax^2$, інтервали зміни випадкової величини $x - 1 \leq x \leq 5$, $a = 5$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 7

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = 1 - \cos x$, інтервали зміни випадкової величини $x - (-\pi/2, \pi/2)$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 8

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = 1/(\alpha + \beta)$, інтервали зміни випадкової величини $x - \alpha \leq x \leq \beta$; $\alpha = 3$; $\beta = 6$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 9

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = ax^2$, інтервали зміни випадкової величини $x - 3 \leq x \leq 4$, $a = 10$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 10

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = 1 - \sin x$, інтервали зміни випадкової величини $x - (-\pi/2, \pi/2)$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 11

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = 1/ax^2$, інтервали зміни випадкової величини $x - 1 \leq x \leq 4$, $a = 2$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 12

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = \cos x$, інтервали зміни випадкової величини $x - (-\pi/3, \pi/3)$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 13

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = 1/(\beta - \alpha)$, інтервали зміни випадкової величини $x - \alpha \leq x \leq \beta$; $\alpha = 1$; $\beta = 2$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 14

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = \sin x$, інтервали зміни випадкової величини $x - (-\pi/4, \pi/4)$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

Варіант 15

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = a/x$, інтервали зміни випадкової величини $x - 2 \leq x \leq 5$, $a = 8$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

16

Закон розподілу щільності ймовірності заданий функцією $p(x) = ax$, інтервали зміни випадкової величини $x - 1 \leq x \leq 2$, $a = 2$. Необхідно визначити математичне очікування та дисперсію.

ЗАВДАННЯ №6

Варіант 1

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.2) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 10, \Delta K_1 = 0.05, \Delta_1 = 0.1$, $K_2 = 0.5, \Delta K_2 = 0.001, \Delta_2 = 0.2$, $K_3 = 22, \Delta K_3 = 0.1, \Delta_3 = 1.1$, $K_4 = 6, \Delta K_4 = 0.8, \Delta_4 = 0.01$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 6) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.

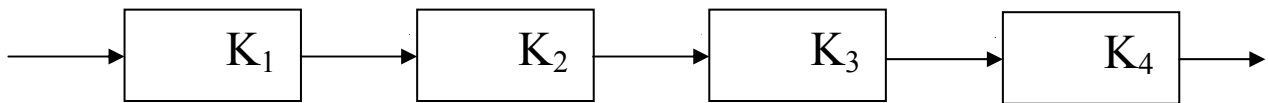


Рис.2 Вимірювальний ланцюг

Варіант 2

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.3) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 10, \Delta K_1 = 0.05, \Delta_1 = 0.1$, $K_2 = 0.5, \Delta K_2 = 0.001, \Delta_2 = 0.2$, $K_3 = 22, \Delta K_3 = 0.1, \Delta_3 = 1.1$, $K_4 = 6, \Delta K_4 = 0.8, \Delta_4 = 0.01$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

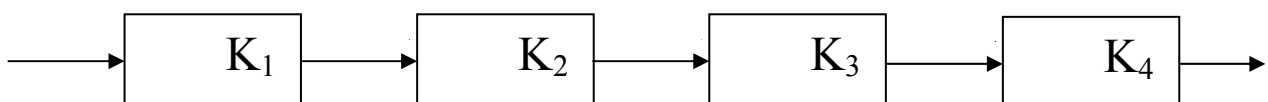


Рис.3 Вимірювальний ланцюг

Варіант 3

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.4 складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 10, \Delta K_1 = 0.05, \Delta_1 = 0.1$, $K_2 = 0.5, \Delta K_2 = 0.001, \Delta_2 = 0.2$, $K_3 = 22, \Delta K_3 = 0.1, \Delta_3 = 1.1$, $K_4 = 0, \Delta K_4 = 0, \Delta_4 = 0$, необхідно :

- 1) н графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 6) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 7) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

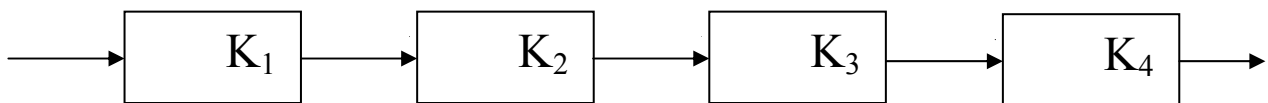


Рис.4. Вимірювальний ланцюг

Варіант 4

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.5) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$, $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4$, $K_4 = 10, \Delta K_4 = 0.25, \Delta_4 = 0.5$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 6) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.

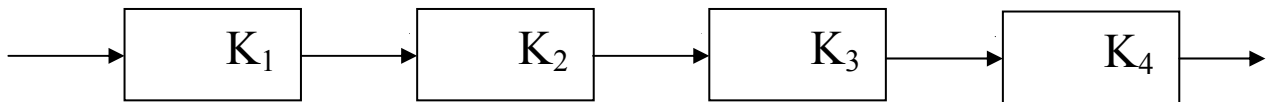


Рис.5 Вимірювальний ланцюг

Варіант 5

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.6) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$, $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4$, $K_4 = 10, \Delta K_4 = 0.25, \Delta_4 = 0.5$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

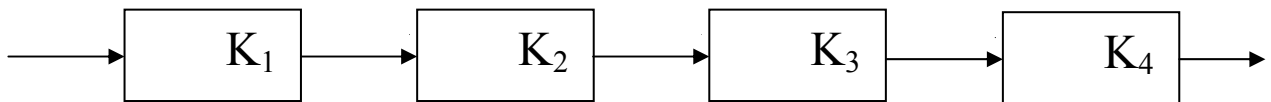


Рис.6. Вимірювальний ланцюг

Варіант 6

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.7) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$, $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4$, $K_4 = 0, \Delta K_4 = 0, \Delta_4 = 0$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 6) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.

- 7) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

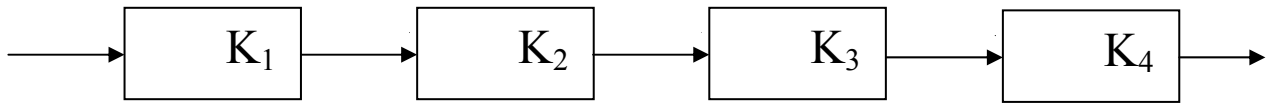


Рис.7. Вимірювальний ланцюг

Варіант 7

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.8) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1=1, \Delta K_1=0.15, \Delta_1=0.4$, $K_2=100, \Delta K_2=0.01, \Delta_2=1$, $K_3=12, \Delta K_3=0.2, \Delta_3=0.4$, $\beta=0.01$;, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 6) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.

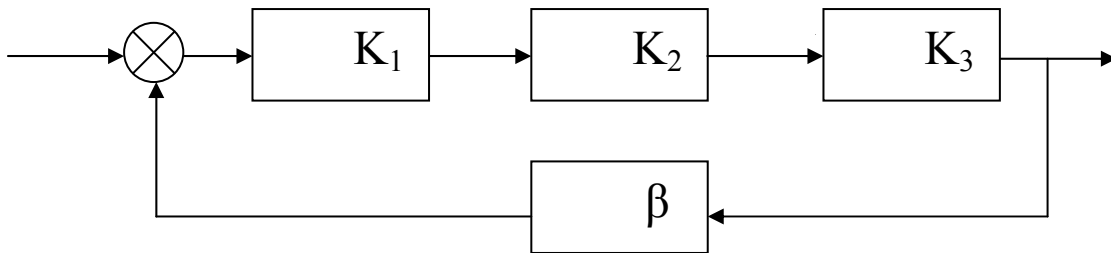


Рис.8 Вимірювальний ланцюг

Варіант 8

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.9) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1=1, \Delta K_1=0.15, \Delta_1=0.4$, $K_2=100, \Delta K_2=0.01, \Delta_2=1$, $K_3=12, \Delta K_3=0.2, \Delta_3=0.4$, $\beta=10$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;

- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

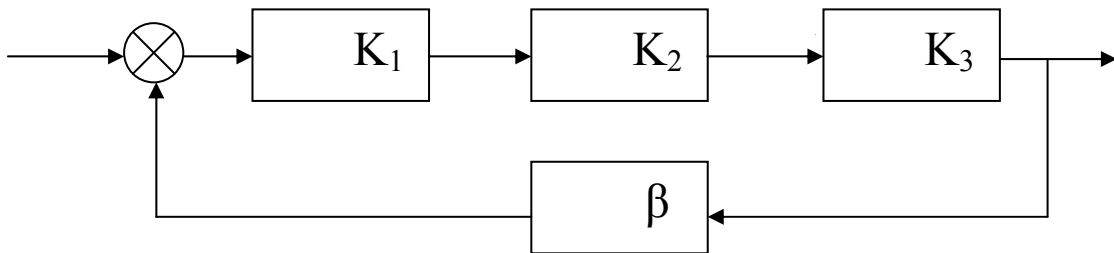


Рис.9. Вимірювальний ланцюг

Варіант 9

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.10) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$, $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 0, \Delta K_3 = 0, \Delta_3 = 0$, $\beta = 0.025$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 5) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

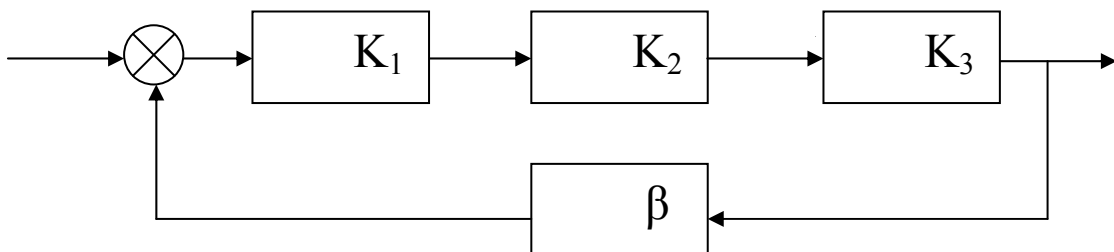


Рис.10. Вимірювальний ланцюг

Варіант 10

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.11) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$,

$K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1, \quad K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4, \quad K_4 = 5, \Delta K_4 = 0.02, \Delta_4 = 0.05,$
 необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 6) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.

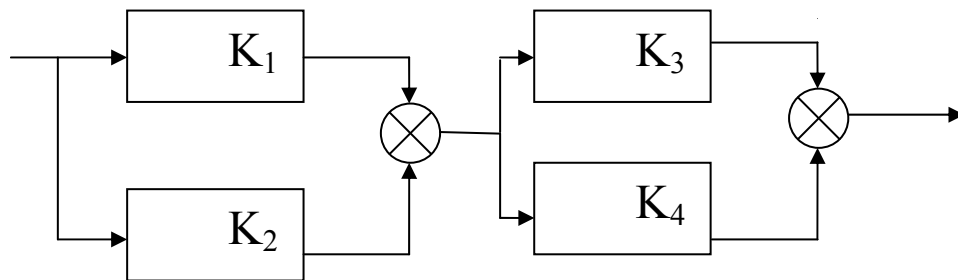


Рис.11. Вимірювальний ланцюг

Варіант 11

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.12) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4,$
 $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1, \quad K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4, \quad K_4 = 25, \Delta K_4 = 0.25, \Delta_4 = 0.2,$
 необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

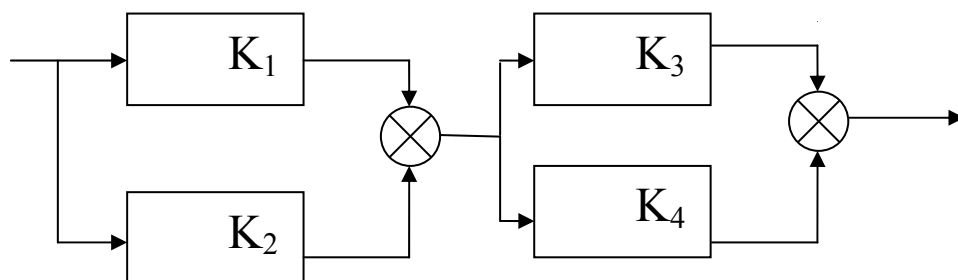


Рис.12 Вимірювальний ланцюг

Варіант 12

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.13) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1=1, \Delta K_1=0.15, \Delta_1=0.4$, $K_2=100, \Delta K_2=0.01, \Delta_2=1$, $K_3=12, \Delta K_3=0.2, \Delta_3=0.4$, $K_4=0, \Delta K_4=0, \Delta_4=0$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 6) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

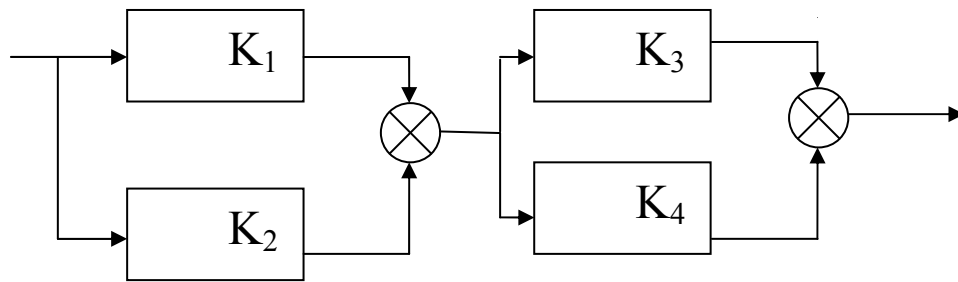


Рис.13 Вимірювальний ланцюг

Варіант 13

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.14) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1=10, \Delta K_1=0.05, \Delta_1=0.1$, $K_2=0.5, \Delta K_2=0.001, \Delta_2=0.2$, $K_3=22, \Delta K_3=0.1, \Delta_3=1.1$, $K_4=6, \Delta K_4=0.8, \Delta_4=0.01$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.

- 6) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.

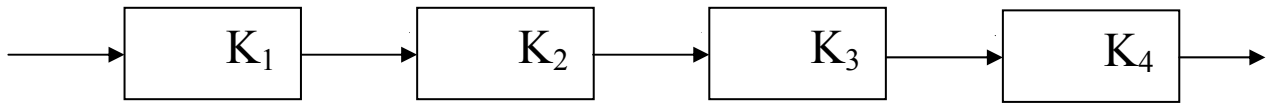


Рис.14 Вимірювальний ланцюг

Варіант 14

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.15) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 10, \Delta K_1 = 0.05, \Delta_1 = 0.1$, $K_2 = 0.5, \Delta K_2 = 0.001, \Delta_2 = 0.2$, $K_3 = 22, \Delta K_3 = 0.1, \Delta_3 = 1.1$, $K_4 = 6, \Delta K_4 = 0.8, \Delta_4 = 0.01$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

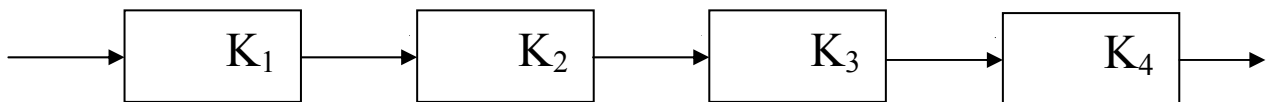


Рис.15 Вимірювальний ланцюг

Варіант 15

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.16) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 10, \Delta K_1 = 0.05, \Delta_1 = 0.1$, $K_2 = 0.5, \Delta K_2 = 0.001, \Delta_2 = 0.2$, $K_3 = 22, \Delta K_3 = 0.1, \Delta_3 = 1.1$, $K_4 = 0, \Delta K_4 = 0, \Delta_4 = 0$, необхідно :

- 1) н графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;

- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 6) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 7) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

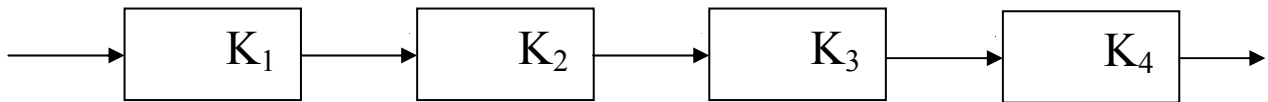


Рис.16. Вимірювальний ланцюг

Варіант 16

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.17) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$, $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4$, $K_4 = 10, \Delta K_4 = 0.25, \Delta_4 = 0.5$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 6) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.

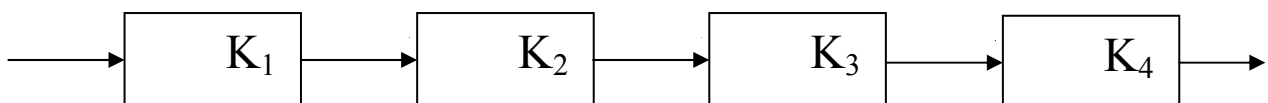


Рис.17 Вимірювальний ланцюг

Варіант 17

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.18) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$, $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4$, $K_4 = 10, \Delta K_4 = 0.25, \Delta_4 = 0.5$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

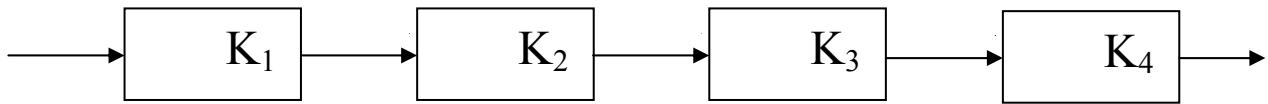


Рис.18 Вимірювальний ланцюг

Варіант 18

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.19) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$, $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4$, $K_4 = 0, \Delta K_4 = 0, \Delta_4 = 0$, необхідно :

- 1) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 2) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 3) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 4) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 5) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 6) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 7) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

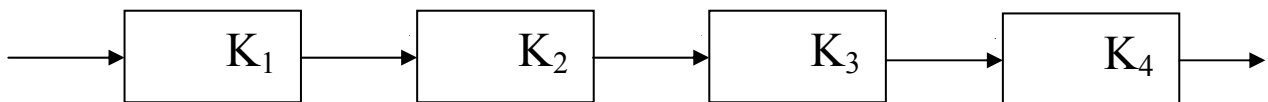


Рис.19 Вимірювальний ланцюг

Варіант 19

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.20) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що

характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$,
 $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4$, $\beta = 0.01$; необхідно :

- 7) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 8) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 9) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 10) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 11) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 12) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.

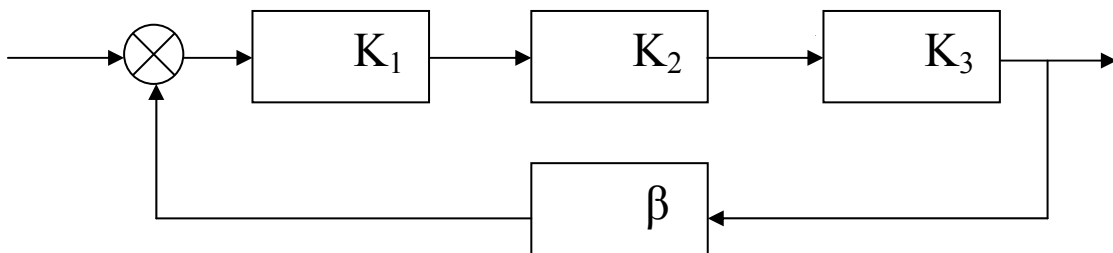


Рис.20. Вимірювальний ланцюг

Варіант 20

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.21) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$,
 $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4$, $\beta = 10$, необхідно :

- 6) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 7) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 8) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 9) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 10) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

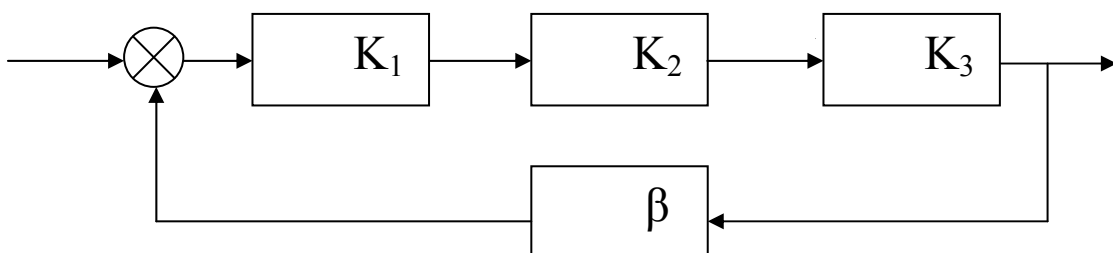


Рис.21 Вимірювальний ланцюг

Варіант 21

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.22) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1=1, \Delta K_1=0.15, \Delta_1=0.4$, $K_2=100, \Delta K_2=0.01, \Delta_2=1$, $K_3=0, \Delta K_3=0, \Delta_3=0$, $\beta=0.025$, необхідно :

- 6) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 7) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 8) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 9) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 10) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

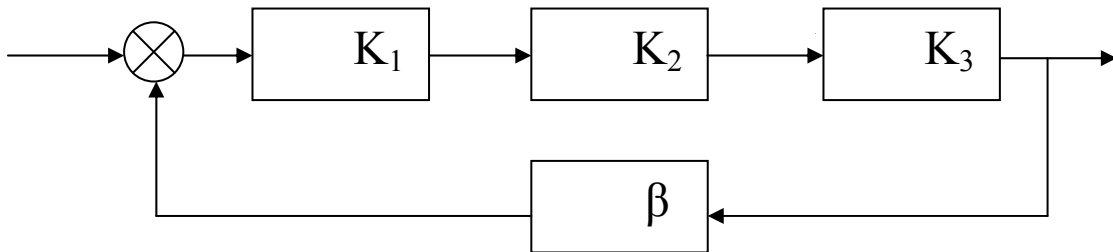


Рис.22 Вимірювальний ланцюг

Варіант 22

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.23) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1=1, \Delta K_1=0.15, \Delta_1=0.4$, $K_2=100, \Delta K_2=0.01, \Delta_2=1$, $K_3=12, \Delta K_3=0.2, \Delta_3=0.4$, $K_4=5, \Delta K_4=0.02, \Delta_4=0.05$, необхідно :

- 7) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 8) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 9) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 10) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 11) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 12) знайти адитивну похибку приладу, приведену до входу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.

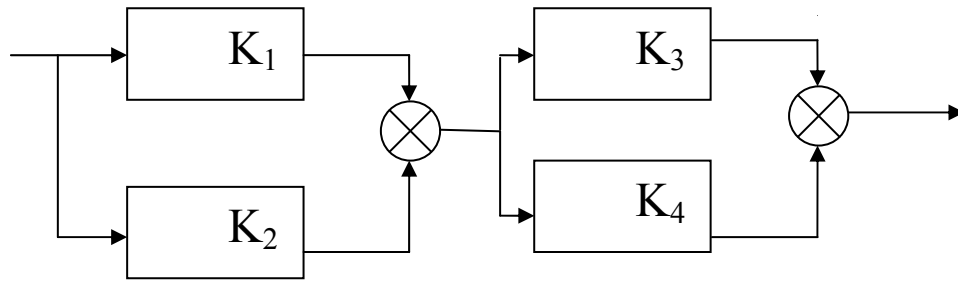


Рис.23 Вимірювальний ланцюг

Варіант 23

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.24) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$, $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4$, $K_4 = 25, \Delta K_4 = 0.25, \Delta_4 = 0.2$, необхідно :

- 6) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;
- 7) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 8) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 9) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 10) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

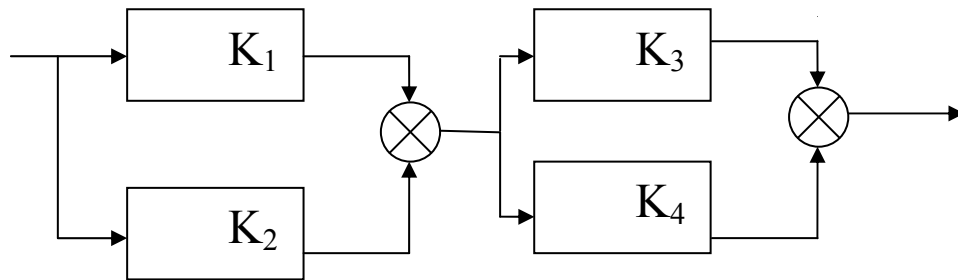


Рис.24 Вимірювальний ланцюг

Варіант 24

Лінійний вимірювальний ланцюг (рис.25) складається з 4 перетворювачів з номінальною крутизною характеристики K_i . Кожен перетворювач характеризується похибками крутизни перетворення та адитивною похибкою, приведеною до його входу. За наступних значень, що характеризують перетворювачі $K_1 = 1, \Delta K_1 = 0.15, \Delta_1 = 0.4$, $K_2 = 100, \Delta K_2 = 0.01, \Delta_2 = 1$, $K_3 = 12, \Delta K_3 = 0.2, \Delta_3 = 0.4$, $K_4 = 0, \Delta K_4 = 0, \Delta_4 = 0$, необхідно :

- 7) графічно зобразити модель формування похибок ланцюга;

- 8) записати номінальну функцію перетворення ланцюга;
- 9) знайти загальний коефіцієнт перетворення;
- 10) знайти сигнали на виході кожного перетворювача з врахуванням всіх похибок;
- 11) знайти адитивну похибку приладу, приведену до виходу ланцюга. При цьому необхідно записати її аналітичний вид.
- 12) оцінити мультиплікативну похибку по відносній похибці коефіцієнта перетворення.

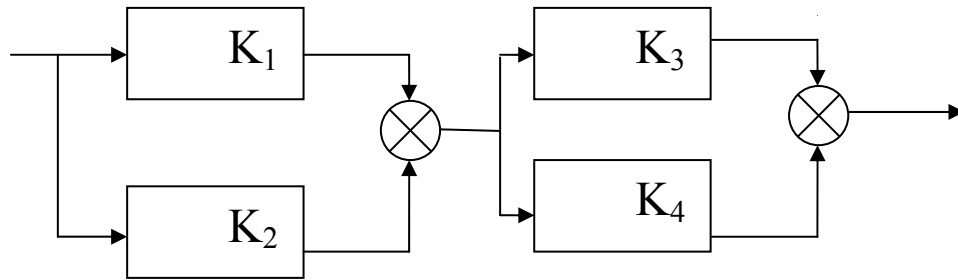


Рис.25. Вимірювальний ланцюг

ЗАВДАННЯ №7

Варіант 1

Вимірювальна величина лінійно змінюється від $x(0)=0$ до 100 за 20 с. Знайти динамічну похибку вимірювання, якщо вимірювач являє собою динамічний ланку $G(p) = \frac{K}{1+TP}$ з параметрами $K=1, T=2c$. Динамічну похибку також представити рядом по похідним від вхідної дії з коефіцієнтами за розкладом в ряд Тейлора (наприклад, в операторній формі).

Варіант 2

Вимірювальна величина лінійно змінюється від $x(0)=10$ до 60 за 10 с. Знайти динамічну похибку вимірювання, якщо вимірювач являє собою динамічний ланку $G(p) = \frac{K}{1+2\zeta T + T^2 p^2}$ з параметрами $K=5, T=0.5c, \zeta=0.707$. Динамічну похибку також представити рядом по похідним від вхідної дії з коефіцієнтами за розкладом в ряд Тейлора (наприклад, в операторній формі).

Варіант 3

Вимірювальна величина лінійно змінюється від $x(0)=0$ до 100 за 20 с. Знайти динамічну похибку вимірювання, якщо вимірювач являє собою динамічний ланку $G(p) = \frac{K}{p(1+TP)}$ з параметрами $K=1, T=2c$. Динамічну похибку також представити рядом по похідним від вхідної дії з коефіцієнтами за розкладом в ряд Тейлора (наприклад, в операторній формі).

Варіант 4

Оцінити динамічні та частотну похибку реєстрації сигналу $x(t) = x_m \sin \omega_m t$ на частоті $f_m = 300 \text{Гц}$ приладом, що описується диференціальним рівнянням $\frac{1}{\omega_0^2} y'' + 2\beta y' + y = Kx$. Параметри приладу: масштабний коефіцієнт $K = 10$, власна частота $f_0 = 800 \text{Гц}$, верхня частота реєстрації $f_s = 750 \text{Гц}$ при частотній похибці $\pm 5\%$. Також визначити коефіцієнт β , що забезпечує вказане значення частотної похибки.

Варіант 5

Оцінити динамічні та частотну похибку реєстрації сигналу $x(t) = x_m \sin \omega_m t$ на частоті $f_m = 300 \text{Гц}$ приладом, що описується диференціальним рівнянням $\frac{1}{\omega_0^2} y'' + 2\beta y' + y = Kx + K_1 \int x dt$. Параметри приладу: масштабний коефіцієнт $K = 10$, $K_1 = 0.1$, власна частота $f_0 = 800 \text{Гц}$, верхня частота реєстрації $f_s = 750 \text{Гц}$ при частотній похибці $\pm 5\%$. Також визначити коефіцієнт β , що забезпечує вказане значення частотної похибки.

Варіант 6

Вимірювальна величина лінійно змінюється від $x(0) = 0$ до 100 за 20 с. Знайти динамічну похибку вимірювання, якщо вимірювач являє собою динамічний ланку $G(p) = \frac{K}{1+TP}$ з параметрами $K = 1, T = 2 \text{с}$. Динамічну похибку також представити разом з похідним від вхідної дії з коефіцієнтами за розкладом в ряд Тейлора (наприклад, в операторній формі).

Варіант 7

Вимірювальна величина лінійно змінюється від $x(0) = 10$ до 60 за 10 с. Знайти динамічну похибку вимірювання, якщо вимірювач являє собою динамічний ланку $G(p) = \frac{K}{1+2\zeta T + T^2 P^2}$ з параметрами $K = 5, T = 0.5 \text{с}, \zeta = 0.707$. Динамічну похибку також представити разом з похідним від вхідної дії з коефіцієнтами за розкладом в ряд Тейлора (наприклад, в операторній формі).

Варіант 8

Вимірювальна величина лінійно змінюється від $x(0) = 0$ до 100 за 20 с. Знайти динамічну похибку вимірювання, якщо вимірювач являє собою динамічний ланку $G(p) = \frac{K}{p(1+TP)}$ з параметрами $K = 1, T = 2 \text{с}$. Динамічну похибку також представити разом з похідним від вхідної дії з коефіцієнтами за розкладом в ряд Тейлора (наприклад, в операторній формі).

Варіант 9

Оцінити динамічні та частотну похибку реєстрації сигналу $x(t) = x_m \sin \omega_m t$ на частоті $f_m = 300 \text{Гц}$ приладом, що описується диференціальним рівнянням $\frac{1}{\omega_0^2} y'' + 2\beta y' + y = Kx$. Параметри приладу: масштабний коефіцієнт $K = 10$, власна частота $f_0 = 800 \text{Гц}$, верхня частота реєстрації $f_s = 750 \text{Гц}$ при частотній похибці $\pm 5\%$. Також визначити коефіцієнт β , що забезпечує вказане значення частотної похибки.

Варіант 10

Оцінити динамічні та частотну похибку реєстрації сигналу $x(t) = x_m \sin \omega_m t$ на частоті $f_m = 300 \text{Гц}$ приладом, що описується диференціальним рівнянням $\frac{1}{\omega_0^2} y'' + 2\beta y' + y = Kx + K_1 \int x dt$. Параметри приладу: масштабний коефіцієнт $K = 10$, $K_1 = 0.1$, власна частота $f_0 = 800 \text{Гц}$, верхня частота реєстрації $f_s = 750 \text{Гц}$ при частотній похибці $\pm 5\%$. Також визначити коефіцієнт β , що забезпечує вказане значення частотної похибки.

5. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

ОСНОВНІ

1. Майстренко В.М. Основи теорії засобів вимірювання. - Хмельницький: ПП Мельник, 2010
2. Таланчук П.М. Основы теории и проектирования измерительных приборов Навч. посібник: - К:"Выща школа", 1989

ДОДАТКОВІ

3. Коваленко І. О. Метрологія та вимірювальна техніка : навч. пос. для студ. вищ. навч. закл. освіти / І. О. Коваленко, А. М. Коваль. - Житомир : [ЖІТІ], 2001. - 651 с.
4. Орнатский П. П. Суммирование погрешностей средств измерений : учеб. пособие/ П.П. Орнатский, Н.А. Яремчук. - Киев : КПИ, 1983. - 76 с.
5. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники : учебник для студ. вузов по спец. "Информационно-измерительная техника" / П. П, Орнатский. - Киев : Вища школа, 1983. - 455 с.
6. Рушенко В.Т. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи теорії вимірювальних пристроїв" : Для студентів спец. 19.01 "Приладобудування" / Укл. В.Т.Рушенко. - К. : КП, 1993. - 48 с.
7. Азарсков В.М. Аналітичне конструювання вимірювальних систем. Спектральні алгоритми : Навчально-методичний посібник з курсового та дипломного проектування / Уклад.В.М.Азарсков, М.Ю.Буриченко, О.М.Савінов, О.А.Сущенко ; Національний авіаційний університет. - К. : НАУ, 2002. - 88с.
8. Кичак В.М. Методи компенсації динамічних похибок вимірювальних каналів : монографія / В. М. Кичак, В. Д. Рудик, С. Ф. Гончар ; Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет. - Вінниця : ВНТУ, 2009. - 128 с.
9. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы : (аналоговые и цифровые) : учеб. пособ. для студ. вузов для спец. "Инф.-измер.. техника"/ П.П. Орнатский. - Киев: Вища школа, 1980. - 560 с.
10. Порев В. А. Теорія вимірювальних пристроїв. Розв'язування типових задач : методичні вказівки до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 7.090902 «Наукові, аналітичні та екологічні прилади і системи» / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. А. Порев, В. М. Майстренко, І. В. Морозова. - К. : НТУУ "КПІ", 2009. - 36 с.
11. Таланчук П. М. Основы теории и проектирования измерительных приборов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Приборостроение" / П. М. Таланчук, В. Т. Рущенко. - Киев : Главное издательство издательского объединения "Выща школа", 1989. - 454 с