

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт приборостроения и электротехнических систем
Кафедра «Приборы»

УТВЕРЖДАЮ
Директор института


(подпись)



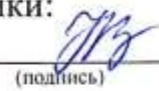
Тарасенко О.В.

« 25 » февраля 20 25 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Измерительные преобразователи»
12.03.04 Биотехнические системы и технологии
«Биотехнические и медицинские аппараты и системы»

Разработчики:

ст. преп.  Гречишкина Н. В.
(подпись)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Приборы»

от « 25 » февраля 20 25 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой


(подпись)

Ерошин С.С.

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Измерительные преобразователи»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Коэффициент преобразования измерительного преобразователя $k(X)$ определяется отношением

А) $k(X)=Y/X$

Б) $k(X)=X/Y$

В) $k(X)=X \cdot Y$

Г) $k(X)=Y/2X$

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2)

2. Чувствительным элементом называется

А) первый элемент в измерительной цепи

Б) устройство, определяющее выходной сигнал

В) часть преобразовательного элемента, на которую непосредственно воздействует измеряемая величина

Г) второй элемент в измерительной цепи

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2)

3. Под порогом чувствительности измерительного преобразователя (ИП) обычно понимают

А) производную от функции преобразования

Б) наибольшее значение входной величины, которое может быть выявлено этим преобразователем

В) наименьшее значение входной величины, которое может быть выявлено этим преобразователем

Г) реакцию невозбужденного ИП на воздействие в виде единичного скачка $1(t)$

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.2)

4. Погрешностью преобразования считают

А) относительную чувствительность измерительного преобразователя

Б) разность предельных значений выходной величины

В) разность входного и выходного сигналов

Г) отклонение реальной характеристики преобразования от идеальной

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

5. Диапазоном измерений считают

- А) область значений, в которую входит порог чувствительности измерительного средства
- Б) область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средства измерений
- В) область значений, определяемая диапазоном показаний
- Г) максимальные показания датчика

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

6. Переходной функцией измерительного преобразователя (ИП) $h(t)$ называется

- А) реакция ИП на изменение $t_{\text{окр.ср.}}$ на 1°C
- Б) реакция ИП на воздействие в виде короткого импульса
- В) реакция ИП на изменение условий эксплуатации
- Г) реакция ИП на воздействие в виде единичного скачка $1(t)$

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Выберите все правильные варианты ответов

7. Назовите метрологические характеристики средств измерений:

- А) функция преобразования
- Б) чувствительность
- В) погрешность
- Г) диапазон измерений

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

8. По виду функции преобразования измерительные преобразователи разделяют на

- А) масштабные
- Б) механические
- В) функциональные
- Г) операционные

Правильный ответ: А, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

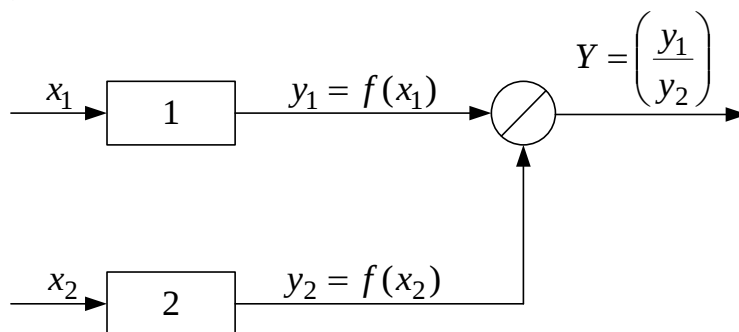
Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

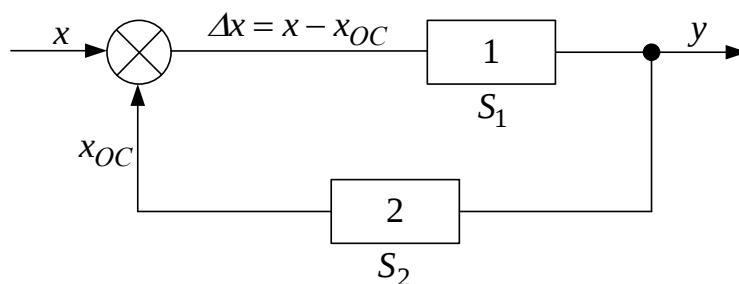
Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие названия схемы соединения преобразователя изображению:

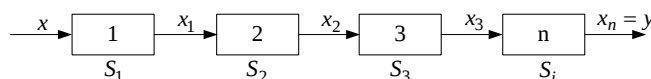
1) последовательная схема соединения преобразователей А)



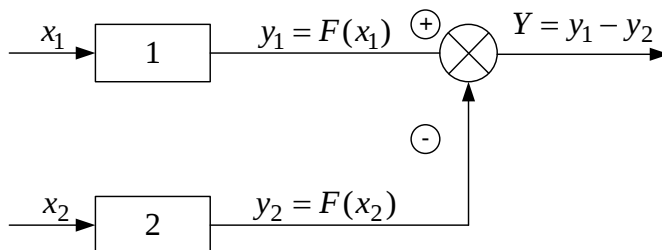
2) дифференциальная схема соединения преобразователей Б)



3) логометрическая схема соединения преобразователей В)



4) компенсационная схема преобразования Г)



Правильный ответ: 1-В, 2-Г, 3-А, 4-Б
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Установите соответствие погрешности измерения приведенному выражению:

1) абсолютная погрешность

А) $\Delta = x - x_{уст}$

2) относительная погрешность

Б) $\gamma = \frac{\Delta}{x_{ном}} \cdot 100\%$

3) приведённая погрешность

В) $\delta = \frac{\Delta}{x_{уст}} \cdot 100\%$

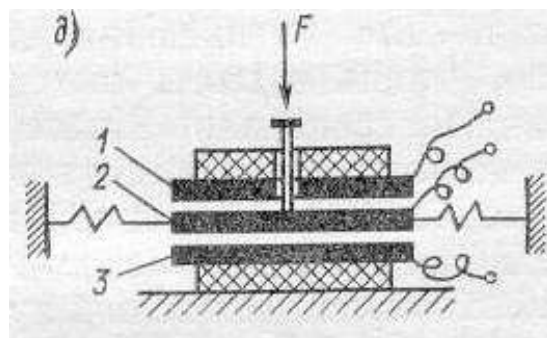
Правильный ответ: 1-А, 2-В, 3-Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите соответствие применения емкостного преобразователя его конструкции:

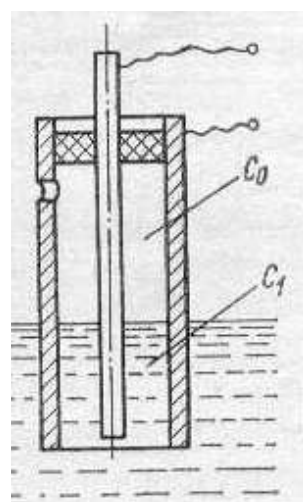
1) емкостной преобразователь для измерения уровня

А)



2) емкостной преобразователь для измерения толщины ленты из диэлектрика

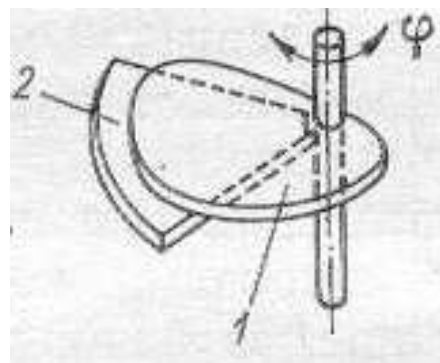
Б)



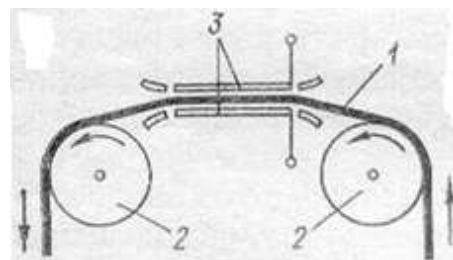
3) емкостной преобразователь для измерения угла поворота

В)

4) емкостной преобразователь для измерения малых перемещений



Г)



Правильный ответ: 1-Б, 2-Г, 3-В, 4-А.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

4. Установите соответствие названия погрешности и её определения.

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1) Случайная погрешность | А) составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно меняющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины |
| 2) Систематическая погрешность | Б) обусловлена погрешностью применяемого средства измерений |
| 3) Методическая погрешность | В) составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (как по знаку, так и по значению) в серии повторных измерений одной и той же физической величины, проведенных с одинаковой тщательностью в одних и тех же условиях |
| 4) Инструментальная погрешность | Г) обусловлена несовершенством метода измерения |

Правильный ответ: 1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б.
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

*Установите правильную последовательность.
Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

1. Установите порядок расчета упругого элемента (УЭ):
А) выбор материала УЭ
Б) выбор конструктивной схемы УЭ и схемы установки тензорезисторов
В) расчет и построение функции преобразования УЭ
Г) выбор некоторых геометрических размеров УЭ, исходя из конструктивных соображений
Д) расчет геометрических параметров УЭ
Правильный ответ: Б, Г, А, Д, В.
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Установите порядок расчёта конструктивных элементов реостатного преобразователя:
А) выбор диаметра проволоки
Б) нахождение сопротивления преобразователя
В) выбор длины и диаметра каркаса
Г) расчёт длины проволоки
Правильный ответ: В, А, Г, Б.
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Сличение показаний средства измерения с показателями более точного средства измерения, называется _____.
Правильный ответ: поверкой
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. _____ параметром входного сигнала называется тот параметр процесса, который является измеряемым (измеряемой величиной) либо функционально связан с измеряемой величиной.
Правильный ответ: информативным
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Для измерительных преобразователей время реакции – время установления _____ сигнала.

Правильный ответ: выходного

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

4. Преобразователи, осуществляющие преобразование механических деформаций в изменение электрического сопротивления, называются _____.

Правильный ответ: тензорезисторами

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Напишите результат вычислений.

1. Определите электрическую емкость C_x емкостного преобразователя перемещения со следующими параметрами: диаметр пластин $D=2$ см, начальный зазор $\delta=0,5$ мм, максимальное перемещение подвижной пластины $x=10$ мм.

Правильный ответ: $0,278 \cdot 10^{-12}$ Ф/0,278 пФ.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Рассчитать выходное напряжение $U_{\text{вых}}$ резистивного преобразователя, включенного по потенциометрической схеме с исходными данными: $U_{\text{п}}=10$ В; $R_0=1000$ Ом; $R_x=500$ Ом; $R_n=400$ Ом.

Правильный ответ: 3,08 В.

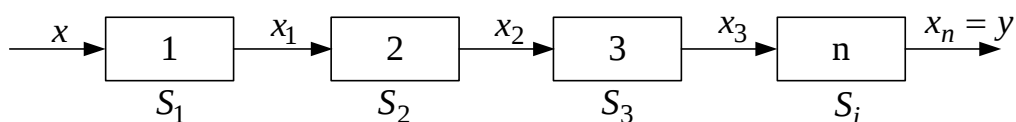
Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Рассчитать продольную деформацию для стержневого упругого элемента, изготовленного из сплава 36НХТЮ ($E=1,8 \cdot 10^{11}$ Па) и имеющего размеры: $l=10$ мм, $2r=8$ мм, $2R=10$ мм, приложенная сила $F = 500$ Н.

Правильный ответ: 9,81 о.е.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

4. Каким образом определяется чувствительность преобразователя, имеющего последовательно соединенные звенья:



Правильный ответ: $S_{\Sigma} = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \cdot \dots \cdot S_i = \prod_{i=1}^n S_i$.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Рассчитать емкостной преобразователь перемещения со следующими параметрами: диаметр пластин $D=2$ см, начальный зазор $\delta_0=0,5$ мм, максимальное перемещение подвижной пластины $x_m=10$ мм, частота питающего напряжения $f = 0,5$ МГц. Определить емкость C_x , чувствительность S_x и электрическое сопротивление X_c преобразователя. Диэлектрическая постоянная $\varepsilon_0=8,842 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, для воздуха $\varepsilon=1$.

Приведите полное решение.

Время выполнения – 30 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже решению.

Ожидаемый результат:

Решение:

Подставляя исходные данные получаем:

$$C_x = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot \pi D^2 / 4}{x} = \frac{8,842 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot \pi (2 \cdot 10^{-2})^2 / 4}{10 \cdot 10^{-3}} = 0,278 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} \\ = 0,278 \text{ пФ.}$$

$$S_x = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot \pi D^2 / 4}{x^2} = \frac{8,842 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot \pi (2 \cdot 10^{-2})^2 / 4}{(10 \cdot 10^{-3})^2} = 27,8 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} \\ = 27,8 \frac{\text{пФ}}{\text{м}}.$$

$$X_c = \frac{x}{2\pi f \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot \pi D^2 / 4} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 0,5 \cdot 10^6 \cdot 8,842 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot \pi (2 \cdot 10^{-2})^2 / 4} \\ = 11,46 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 11,46 \text{ кОм.}$$

Ответ: $C_x = 0,278 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} = 0,278 \text{ пФ}$;

$$S_x = 27,8 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} = 27,8 \frac{\text{пФ}}{\text{м}};$$

$$X_c = 11,46 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 11,46 \text{ кОм.}$$

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Номинальная функция преобразования (градуировочная характеристика) задана аналитически в виде $F_{ном} = Y = 3x^2$ (x , Y – соответственно входной и выходной параметры некоторого преобразования). В то же время действительная функция преобразования имеет вид $F_{д} = 1 + 3x^2$. Определить следующие метрологические характеристики измерительного преобразователя:

коэффициент преобразования (номинальный, действительный), номинальную приведенную функцию.

Время выполнения – 30 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже решению.

Ожидаемый результат:

Решение:

1. Номинальный коэффициент преобразования (определяется по $F_{ном}$):

$$K_{ном}(x) = \frac{F_{ном}(x)}{x} = \frac{3x^2}{x} = 3x.$$

Следует обратить внимание на то, что $K_{ном} = const$, если номинальная функция преобразования линейна.

2. Действительный коэффициент преобразования

$$K_о(x) = \frac{F_о(x)}{x} = \frac{1+3x^2}{x}.$$

3. Номинальная приведённая функция преобразования $f_{ном}(x)$:

$$f_{ном}(x) = \frac{F_{ном}(x)}{K_{ном}(x)}.$$

Приведённая функция преобразования показывает, что с помощью номинального коэффициента преобразования выходная величина Y (или $F_{ном}(x)$) может быть приведена ко входу измерительного преобразователя (ИП)

$$f_{ном}(x) = \frac{3x^2}{3x} = x.$$

Ответ: $K_{ном}(x) = 3x$; $K_о(x) = \frac{1+3x^2}{x}$; $f_{ном}(x) = x$.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Рассчитать относительную ошибку $\frac{\delta a}{a}$ степенной функции нескольких переменных $a = f(x, y, z, t)$. Дано: $a = 5x^5 y^{-3} z^2 t^{-1}$. Заданы также относительные ошибки аргументов функции: $\frac{\delta x}{x} = -0,1\%$; $\frac{\delta y}{y} = 2\%$; $\frac{\delta z}{z} = -1\%$; $\frac{\delta t}{t} = 0,5\%$.

Время выполнения – 30 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже решению.

Ожидаемый результат:

Решение:

Известны знаки составляющих погрешности. Составляющие погрешности суммируются алгебраически по формуле:

$$\frac{\delta a}{a} = \alpha \cdot \frac{\delta x}{x} + \beta \cdot \frac{\delta y}{y} + \gamma \cdot \frac{\delta z}{z} + \dots + \nu \cdot \frac{\delta t}{t},$$

$$\text{где } \alpha = \frac{f'_x \cdot x}{a} = \frac{25x^4 y^{-3} z^2 t^{-1} \cdot x}{5x^5 y^{-3} z^2 t^{-1}} = 5;$$

$$\beta = \frac{f'_y \cdot y}{a} = \frac{5x^5 (-3y^{-4}) z^2 t^{-1}}{5x^5 y^{-3} z^2 t^{-1}} = -3;$$

$$\gamma = \frac{f'_z \cdot z}{a} = 2; \quad \nu = \frac{f'_t \cdot t}{a} = -1;$$

$$\frac{\delta a}{a} = 5 \cdot (-0,1) - 3 \cdot 2 + 2 \cdot (-1) - 1 \cdot 0,5 = -9\%.$$

Ответ: $\frac{\delta a}{a} = -9\%$.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

4. Определить индуктивность катушки, равномерно намотанной на сердечник прямоугольного сечения, внутренний радиус которого $R_1 = 4$ см, наружный $R_2 = 6$ см, высота $h = 2$ см, число витков $w = 1000$, сердечник выполнен из магнитодиэлектрика с относительной магнитной проницаемостью $\mu_r = 80$, $\ln \frac{6}{4} \approx 0,405$.

Время выполнения – 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже решению.

Ожидаемый результат:

Решение:

$$\text{Индуктивность } L = \frac{\psi}{I} = \frac{w^2 \mu_0 \mu_r}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{1000^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6} \cdot 80 \cdot 0,02}{2\pi} \ln \frac{6}{4} = 0,131 \text{ Гн.}$$

Ответ: $L = 0,131$ Гн.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине «Измерительные преобразователи» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

Председатель
учебно-методической комиссии
института



Яременко С.П.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)