

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

**МЕТРОЛОГИЯ, МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ТЕХНИЧЕСКИХ
ИЗМЕРЕНИЙ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к практическим занятиям
для студентов специальности 1-53 01 01-05 «Автоматизация технологических
процессов и производств (легкая промышленность)»**

Витебск
2015

УДК 389.681.2

Метрология, методы и приборы технических измерений: методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 1-53 01 01-05 «Автоматизация технологических процессов и производств (легкая промышленность)»

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2014.

Составитель: доц., д.т.н. Кузнецов А.А.

В методических указаниях содержится теоретический материал и задания, необходимые для закрепления знаний студентов по дисциплине «Метрология, методы и приборы технических измерений».

Предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 1-53 01 01-05 «Автоматизация технологических процессов и производств (легкая промышленность)»

Одобрено кафедрой «Автоматизация технологических процессов и производств» УО «ВГТУ» «23» октября 2014 г., протокол № 3.

Рецензент: ст. преп., к.т.н. Надёжная Н.Л.

Редактор: ст. преп. Клименкова С.А.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» «27» ноября 2014 г., протокол № 8.

Ответственный за выпуск: Букин Ю.А.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати 31.12.14. Формат 60x90 1/16. Уч.-изд. л. 2,6.

Печать ризографическая. Тираж 99 экз. Заказ № 365.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий №1/172 от 12.02.2014г.

210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

Содержание

Введение	4
1 Основные теоретические сведения.....	5
1.1 Классы точности приборов и вычисление погрешностей.....	5
1.2 Токовые шунты и добавочные резисторы	7
1.3 Погрешность подключения прибора	8
1.4 Измерение активных сопротивлений с помощью мостовой схемы.....	9
1.5 Измерение емкостей с помощью резонансной схемы	10
2 Индивидуальные задания для работы на практических занятиях	12
Индивидуальное задание №1	12
Индивидуальное задание № 2	25
Индивидуальное задание № 3	27
Индивидуальное задание №4	45
Литература	56

Виртуальный государственный технологический университет

Введение

В соответствии с образовательным стандартом специальности ОСРБ 1-53 01 01-2007 выпускник по дисциплине «Метрология, методы и приборы технических измерений» должен **знать**:

- основы метрологии и организации метрологической службы отрасли;
- методы измерений технологических параметров в отрасли; основные типы первичных преобразователей, вторичных приборов и комплексов для автоматизированных измерений;
- основы выбора измерительных средств в ГСП;
- основы методов обработки сигналов измерительной информации в современных измерительных комплексах, включающих микропроцессоры и миниЭВМ;

уметь:

- рассчитывать метрологические характеристики средств измерений;
- проводить поверку стандартных приборов ГСП;
- читать и составлять функциональные схемы автоматизированного контроля параметров технологических процессов;
- определять источники погрешностей при проведении измерений и устранять причину их возникновения.

Методические указания содержат индивидуальные задания для работы на практических занятиях и краткие теоретические сведения, необходимые для их решения.

1 Основные теоретические сведения

1.1 Классы точности приборов и вычисление погрешностей

Согласно ГОСТ 8.401–80, для указания нормированных значений погрешности чувствительности γ_s , приведенной аддитивной погрешности γ_o , приведенных погрешностей в начале γ_H и в конце γ_K диапазона измерений не могут использоваться произвольные числа.

Выраженные в процентах, они могут иметь значения 6–4–2,5–1,5–1,0–0,5–0,2–0,1–0,05–0,02–0,01–0,005–0,002–0,001 и т.д. Значение класса точности прибора маркируется на его шкале. Для того чтобы различить, какая из погрешностей обозначена в качестве класса точности, используются следующие условные обозначения.

Если класс точности прибора установлен по значению погрешности чувствительности γ_s , т. е. форма полосы погрешности условно принята чисто мультипликативной, обозначаемое на шкале значение класса точности обводится кружком. Например, $\textcircled{1}$ обозначает, что $\gamma_s = 1\%$.

Если же полоса погрешностей принята аддитивной и прибор нормируется приведенной погрешностью нуля γ_o (таких приборов большинство), то класс точности указывается без каких-либо подчеркиваний (например, просто 1,5).

Наконец, на приборах с резко неравномерной шкалой, например, омметрах, класс точности прибора указывается в долях от длины шкалы и обозначается $\nabla_{1,5}$.

Обозначение класса точности в виде, например, 0,02/0,01, указывает, что погрешность прибора нормирована по двучленной формуле с $\gamma_H = 0,01\%$ и $\gamma_K = 0,02\%$.

Погрешность результата прямого однократного измерения зависит от многих факторов, но, в первую очередь, определяется, естественно, погрешностью используемых средств измерений. Поэтому в первом приближении погрешность результата измерения можно принять равной погрешности, которой в данной точке диапазона измерений характеризуется используемое средство измерений.

Вычисляться должна как абсолютная, так и относительная погрешности результата измерения, так как первая из них нужна для округления результата и его правильной записи, а вторая – для однозначной сравнительной характеристики его точности.

Для разных характеристик нормирования погрешностей СИ эти вычисления производятся по-разному, поэтому рассмотрим три характерных случая.

1. Класс точности прибора указан в виде одного числа γ_s , заключенного в кружок (мультипликативная полоса погрешностей). Тогда относительная погрешность результата (в процентах) $\gamma(x) = \gamma_s$, а абсолютная его погрешность:

$$\Delta(x) = \frac{\gamma_s \cdot x}{100} \quad (1.1)$$

2. Класс точности прибора указан одним числом γ_o (без кружка – аддитивная полоса погрешностей). Тогда абсолютная погрешность результата измерения:

$$\Delta(x) = \frac{\gamma_o \cdot X_k}{100} \quad (1.2)$$

где X_k – верхний предел измерений прибора.

Относительная погрешность измерения находится по формуле:

$$\gamma(x) = \frac{\Delta(x)}{x} = \gamma_o \frac{X_k}{x} \quad (1.3)$$

т. е. в этом случае при измерении, кроме отсчета измеряемой величины x , обязательно должен быть зафиксирован и предел измерений X_k , иначе впоследствии нельзя будет вычислить погрешность результата.

3. Класс точности прибора указан двумя числами в виде $\frac{\gamma_k}{\gamma_n}$ (одновременное присутствие мультипликативной и аддитивной полос погрешностей). В этом случае удобнее вычислить относительную погрешность результата по формуле:

$$\gamma(x) = \gamma_k + \gamma_n \left(\left| \frac{X_k}{x} \right| - 1 \right) \quad (1.4)$$

где γ_n и γ_k – приведенная погрешность в начале и в конце диапазона измерений.

А затем найти абсолютную погрешность как:

$$\Delta(x) = \frac{\gamma(x) \cdot x}{100} \quad (1.5)$$

При использовании этих формул полезно помнить, что в формулы для определения $\gamma(x)$ значения γ_s , γ_o , c и d подставляются в процентах, поэтому и относительная погрешность результата измерения получается также в процентах.

Однако для вычисления абсолютной погрешности $\Delta(x)$ в единицах x значение $\gamma(x)$ (в процентах) надо не забыть разделить на 100.

1.2 Токовые шунты и добавочные резисторы

Резистор, включенный последовательно с измерительному механизму (ИМ), вращающий момент которого зависит от тока, и используемый для измерения напряжения, называется добавочным резистором. Основное его назначение – преобразование напряжения в ток.

Ток I_0 в цепи ИМ (рисунок 1.1) определяется уравнением преобразования:

$$I_0 = \frac{U_x}{R_0 + R_d}, \quad (1.6)$$

где U_x – измеряемое напряжение;

R_0 – сопротивление ИМ;

R_d – сопротивление добавочного резистора.

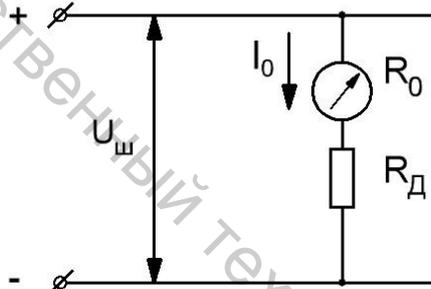


Рисунок 1.1 – Подключение добавочного резистора

Добавочные резисторы служат также для расширения пределов измерения по напряжению уже готовых вольтметров и других приборов, например, ваттметров, фазометров, имеющих параллельные цепи, включаемые под напряжение.

Шунт представляет собой четырехзажимный резистор $R_{ш}$, который вместе с ИМ, подключенным к его потенциальным зажимам Π , при помощи токовых зажимов T включается в цепь измеряемого тока I_x (рисунок 1.2). Шунт преобразует ток в падение напряжения. Для постоянного тока уравнение преобразования имеет вид:

$$U_{ш} = I_{ш} \cdot R_{ш}, \quad (1.7)$$

где $I_{ш}$ – ток в шунте.

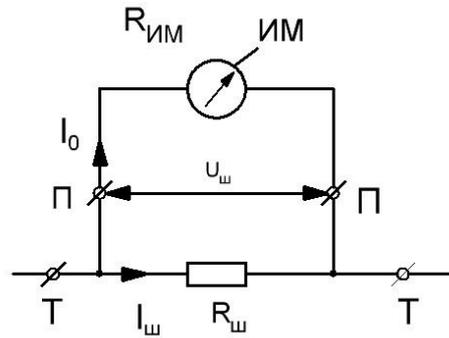


Рисунок 1.2 – Подключение шунта

1.3 Погрешность подключения прибора

По теореме Тевенина, активную цепь с двумя выводами А и В для подсоединения электрической нагрузки Z_L (рисунок 1.3) можно заменить на эквивалентную цепь, содержащую единственный источник э.д.с. E_{Th} с последовательно подключенным сопротивлением Z_{Th} , где E_{Th} – это разность потенциалов, замеренная между выводами А и В при отсоединенной нагрузке Z_L , а Z_{Th} – это сопротивление цепи между А и В, если все источники э.д.с. внутри цепи были закорочены и заменены на их внутренние сопротивления.

Таким образом, подсоединение нагрузки Z_L к выходным выводам активной цепи равнозначно подсоединению нагрузки Z_L к эквивалентной цепи с э.д.с. E_{Th} и внутренним сопротивлением Z_{Th} , как показано на рисунке 1.4. Видно, что нагрузка, подключенная к цепи, приводит к появлению погрешности:

$$\text{Погрешность} = E_{Th} - V_L = E_{Th} \left(1 - \frac{Z_L}{Z_L + Z_{Th}} \right). \quad (1.8)$$

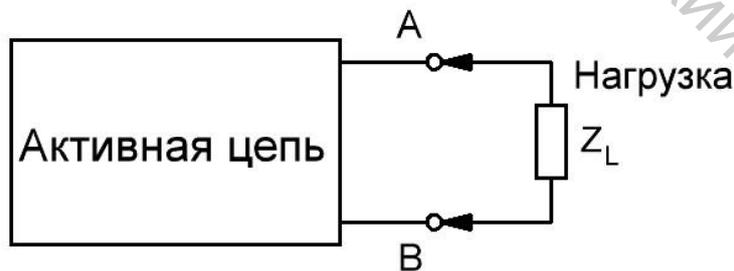


Рисунок 1.3 – Активная цепь с нагрузкой

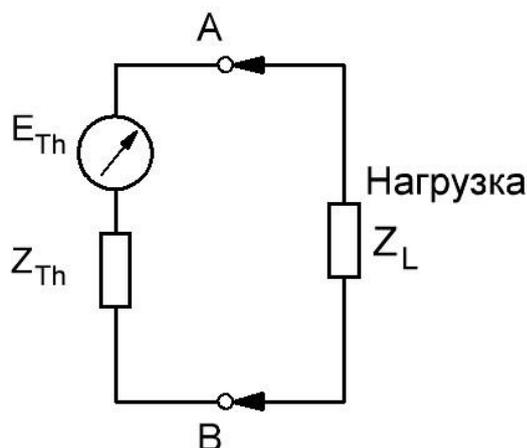


Рисунок 1.4 – Эквивалентная цепь с нагрузкой

При подключении вольтметра с сопротивлением R_m к цепи с эквивалентным сопротивлением R_{Th} показания V_m на его шкале будут равны:

$$V_m = E_{Th} \left(\frac{R_m}{R_m + R_{Th}} \right), \quad (1.9)$$

где E_{Th} – эквивалентное напряжение в цепи, т.е. значение напряжения перед подключением вольтметра в цепь. Таким образом, внесенную погрешность можно определить так:

$$\text{Погрешность} = \frac{V_m}{E_{Th}} \times 100\% = \frac{R_m}{R_m + R_{Th}} \times 100\% \quad (1.10)$$

1.4 Измерение активных сопротивлений с помощью мостовой схемы

Мостом называется электрическая цепь (рисунок 1.5), в которой при определенном соотношении сопротивлений могут быть выделены две узловые вершины C и D с равными потенциалами. Ветви моста R_1 , R_2 , R_3 и R_4 носят название плеч моста; ветвь AB , в которую включен источник питания, называется диагональю питания, а ветвь CD указателя равновесия – нулевой диагональю. Простейший четырехплечий мост называют одинарным. В качестве указателей равновесия применяют магнитоэлектрические гальванометры, гальванометрические усилители и электронные усилители постоянного тока.

Наряду с мостами, работающими в уравновешенном режиме, находят применение неуравновешенные мосты. Обозначив сопротивление первого плеча моста, при котором имеет место равновесие, через R_{10} , имеем:

$$R_{10} = R_2(R_4 / R_3). \quad (1.11)$$

Для неуравновешенного моста

$$R_1 = R_{10} + \Delta R_1 = R_{10}(1 + \delta R_1), \quad (1.12)$$

где ΔR_1 – изменение сопротивления R_1 , а $\delta R_1 = \Delta R_1 / R_{10}$.

В этом случае ток, проходящий через указатель (измерительный механизм):

$$\begin{aligned} I_y &= -U \frac{\Delta R_1 R_3}{R_y (R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1 R_2 (R_3 + R_4) + R_3 R_4 (R_1 + R_2)} = \\ &= -U \frac{\delta R_1}{R_y \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) + R_2 \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) + R_4 \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)}, \end{aligned} \quad (1.13)$$

где R_y – сопротивление измерительного механизма, Ом.

Чувствительность моста по току равна:

$$S_i = \Delta I / \delta R_1. \quad (1.14)$$

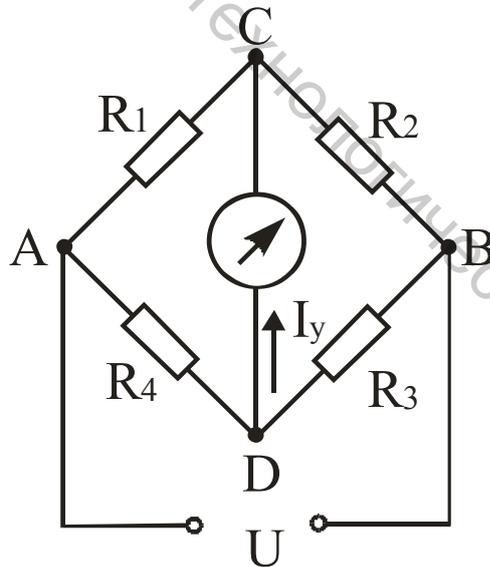


Рисунок 1.5 – Мост Уитстона

1.5 Измерение емкостей с помощью резонансной схемы

Измерение емкости, или индуктивности, может быть осуществлено при известной частоте источника питания настройкой контура в резонанс. При

резонансе напряжений для последовательно включенных емкости и индуктивности условие резонанса $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ дает возможность определить либо

C , либо L . Недостатком метода является то, что резонанс напряжений обнаруживается по максимуму показания прибора, измеряющего ток или падение напряжения на реактивном сопротивлении, что снижает точность определения точки резонанса, в особенности, если в цепи имеется значительное активное сопротивление. Поэтому резонансный метод дает хорошие результаты при больших добротностях объекта измерения, когда резонансная кривая имеет резко выраженный максимум.

2 Индивидуальные задания для работы на практических занятиях

Индивидуальное задание №1

Вариант 1

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность электрической емкости.

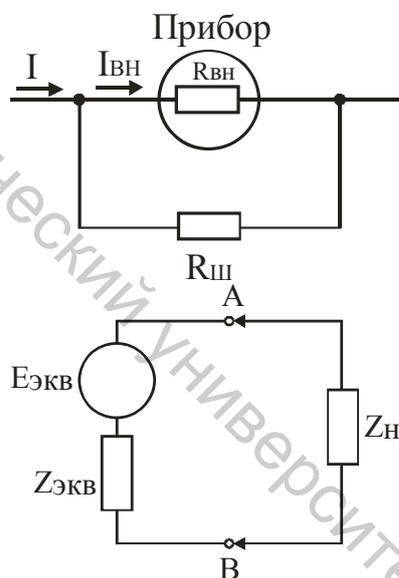
1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
52	56	53	50	54	59	53	54	51	52	58

1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 1 км, диаметром 4 мм, если сила тока в нем 5 А. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

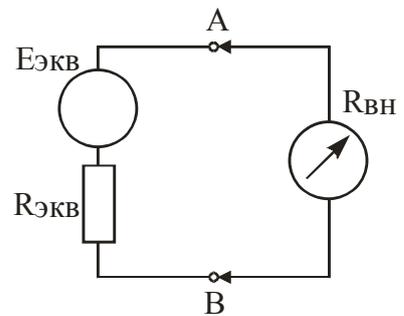
1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 50 интервалов. Нижний предел измерения $U_H = -10 \text{ мВ}$, верхний $U_B = +10 \text{ мВ}$. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I = 10 \text{ А}$; $I_{BH} = 2 \text{ А}$; $R_{BH} = 100 \text{ Ом}$.

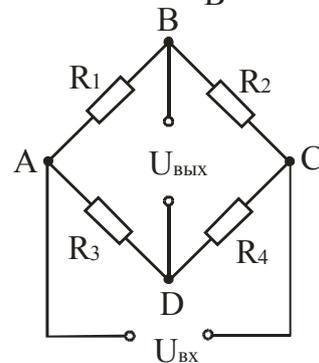


1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ} = 10 \text{ В}$; $Z_{ЭКВ} = 100 \text{ Ом}$; $Z_Н = 400 \text{ Ом}$.

1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ}=80 \text{ Ом}$; $R_{ВН}=920 \text{ Ом}$.



1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ}=10 \text{ В}$; $R_2=R_3=R_4=200 \text{ Ом}$; $R_1=201 \text{ Ом}$.



Вариант 2

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность индуктивности.

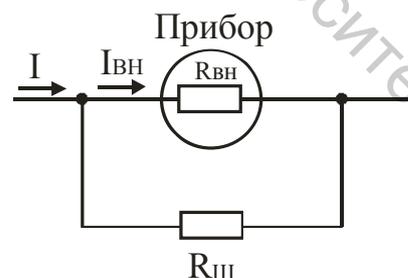
1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
115	110	105	103	111	120	100	106	105	108	110

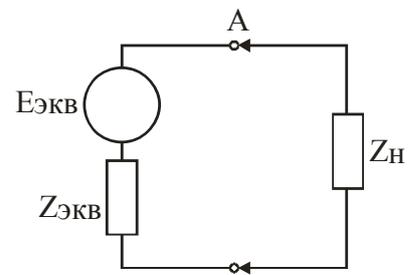
1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 1500 м, диаметром 1,5 мм, если сила тока в нем 2 А. Удельное сопротивление меди $\rho=1,7 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 100 интервалов. Нижний предел измерения $U_{Н}=-20 \text{ мВ}$, верхний $U_{В}=+20 \text{ мВ}$. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

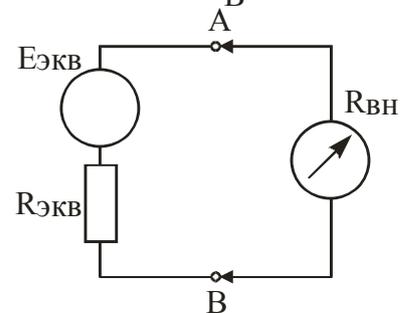
1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I=1 \text{ А}$; $I_{ВН}=0,5 \text{ А}$; $R_{ВН}=100 \text{ Ом}$.



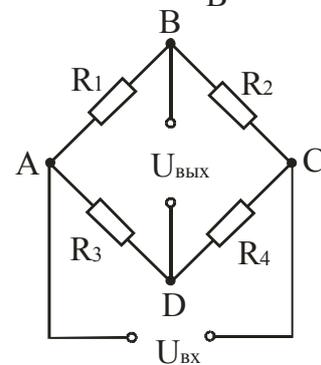
1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ}=10$ В; $Z_{ЭКВ}=200$ Ом; $Z_H=600$ Ом.



1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ}=70$ Ом; $R_{ВН}=930$ Ом.



1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ}=15$ В; $R_2=R_3=R_4=200$ Ом; $R_1=201$ Ом.



Вариант 3

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность сопротивления.

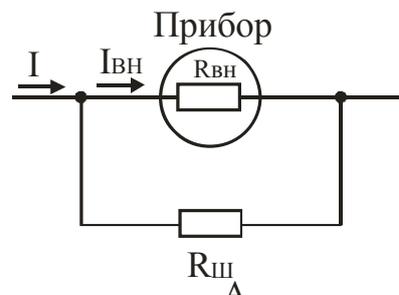
1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
345	340	341	354	351	360	340	338	350	349	346

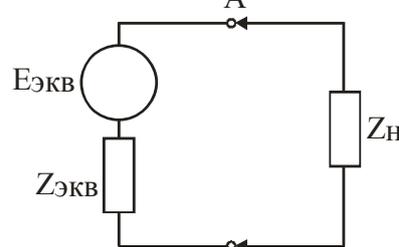
1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 2500 м, диаметром 1 мм, если сила тока в нем 0,5 А. Удельное сопротивление меди $\rho=1,7 \cdot 10^{-2}$ Ом·мм²/м.

1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 50 интервалов. Нижний предел измерения $U_H=-50$ мВ, верхний $U_B=+50$ мВ. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

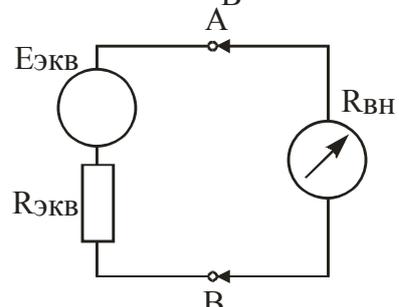
1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I=1$ А; $I_{ВН}=0,5$ А; $R_{ВН}=500$ Ом.



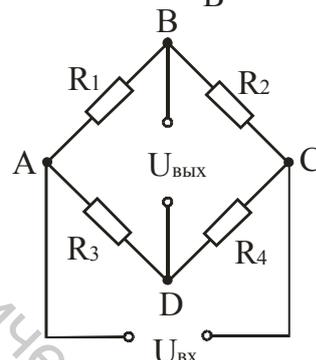
1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ}=100$ В; $Z_{ЭКВ}=100$ Ом; $Z_H=700$ Ом.



1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ}=100$ Ом; $R_{ВН}=1500$ Ом.



1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ}=15$ В; $R_2=R_3=R_4=100$ Ом; $R_1=101$ Ом.



Вариант 4

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность магнитного потока.

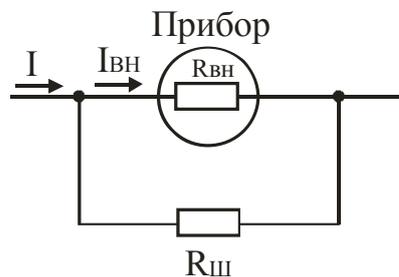
1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
410	400	405	401	412	413	417	402	403	410	411

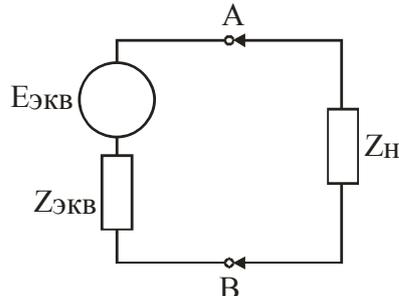
1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 3500 м, диаметром 1,5 мм, если сила тока в нем 3 А. Удельное сопротивление меди $\rho=1,7 \cdot 10^{-2}$ Ом·мм²/м.

1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 200 интервалов. Нижний предел измерения $U_H = -50$ мВ, верхний $U_B = +50$ мВ. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

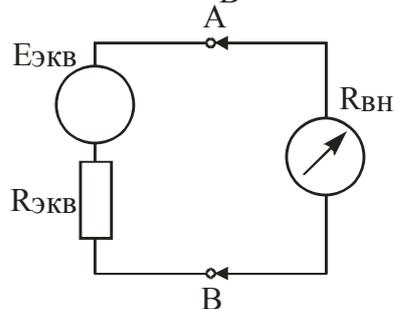
1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I = 1,5$ А; $I_{BH} = 0,5$ А; $R_{BH} = 500$ Ом.



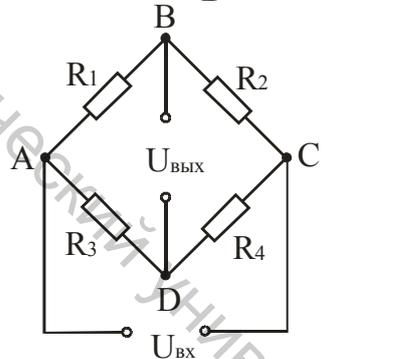
1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ} = 24$ В; $Z_{ЭКВ} = 200$ Ом; $Z_H = 1000$ Ом.



1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ} = 70$ Ом; $R_{BH} = 1330$ Ом.



1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ} = 10$ В; $R_2 = R_3 = R_4 = 100$ Ом; $R_1 = 101$ Ом.



Вариант 5

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность электрического потенциала.

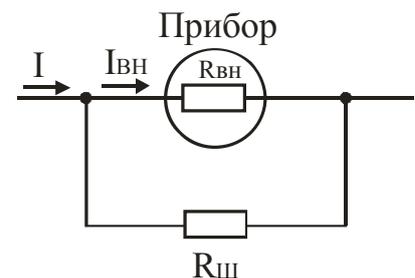
1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
560	563	564	558	559	550	540	569	578	570	569

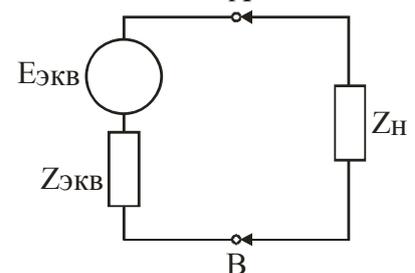
1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 500 м, диаметром 0,8 мм, если сила тока в нем 0,75 А. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 80 интервалов. Нижний предел измерения $U_H = -20 \text{ мВ}$, верхний $U_B = +20 \text{ мВ}$. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

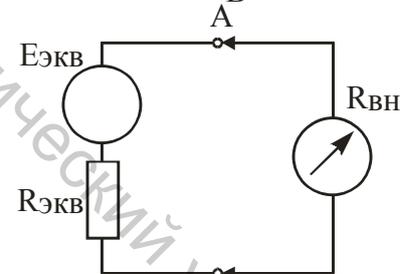
1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I = 1,5 \text{ А}$; $I_{ВН} = 0,5 \text{ А}$; $R_{ВН} = 100 \text{ Ом}$.



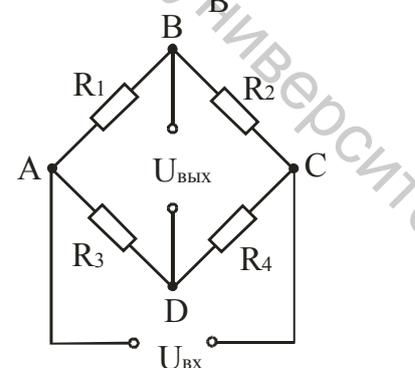
1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ} = 12 \text{ В}$; $Z_{ЭКВ} = 250 \text{ Ом}$; $Z_H = 1000 \text{ Ом}$.



1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ} = 60 \text{ Ом}$; $R_{ВН} = 1440 \text{ Ом}$.



1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ} = 10 \text{ В}$; $R_2 = R_3 = R_4 = 150 \text{ Ом}$; $R_1 = 151 \text{ Ом}$.



Вариант 6

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность давления.

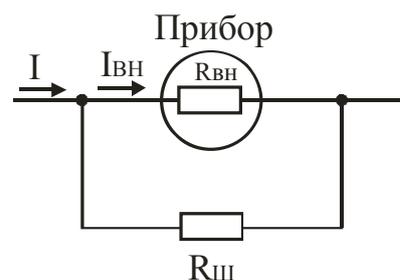
1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
640	623	650	634	654	633	628	651	638	626	630

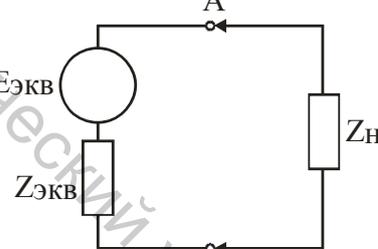
1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 50 м, диаметром 1,5 мм, если сила тока в нем 0,5 А. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 100 интервалов. Нижний предел измерения $U_H = -25 \text{ мВ}$, верхний $U_B = +25 \text{ мВ}$. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

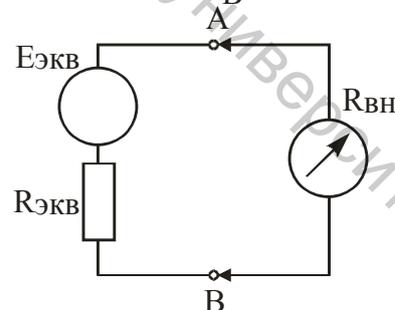
1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I = 1,5 \text{ А}$; $I_{BH} = 0,5 \text{ А}$; $R_{BH} = 300 \text{ Ом}$.



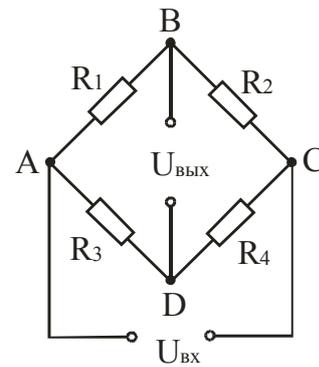
1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ} = 12 \text{ В}$; $Z_{ЭКВ} = 100 \text{ Ом}$; $Z_H = 700 \text{ Ом}$.



1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ} = 40 \text{ Ом}$; $R_{BH} = 1960 \text{ Ом}$.



1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ}=15$ В; $R_2=R_3=R_4=150$ Ом; $R_1=151$ Ом.



Вариант 7

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность мощности.

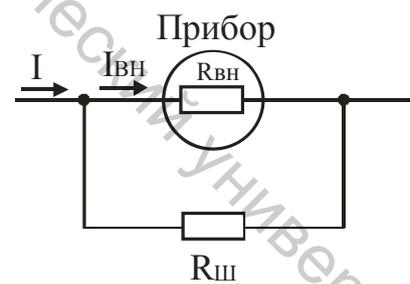
1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
720	724	715	735	760	751	701	724	712	751	740

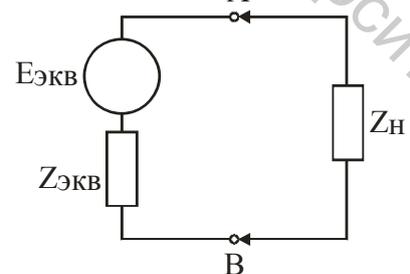
1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 250 м, диаметром 1,25 мм, если сила тока в нем 1,5 А. Удельное сопротивление меди $\rho=1,7 \cdot 10^{-2}$ Ом·мм²/м.

1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 150 интервалов. Нижний предел измерения $U_H=-30$ мВ, верхний $U_B=+30$ мВ. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

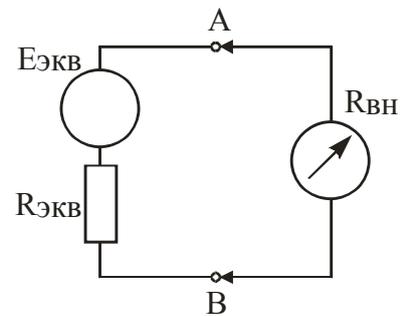
1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I=2,5$ А; $I_{ВН}=0,5$ А; $R_{ВН}=300$ Ом.



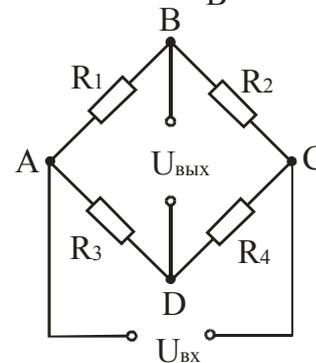
1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ}=220$ В; $Z_{ЭКВ}=100$ Ом; $Z_H=700$ Ом.



1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ}=140 \text{ Ом}$; $R_{ВН}=3860 \text{ Ом}$.



1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ}=15 \text{ В}$; $R_2=R_3=R_4=150 \text{ Ом}$; $R_1=160 \text{ Ом}$.



Вариант 8

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность энергии.

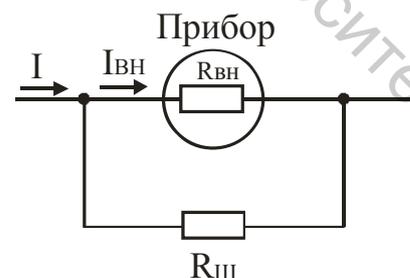
1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
830	831	836	860	812	890	824	801	840	841	823

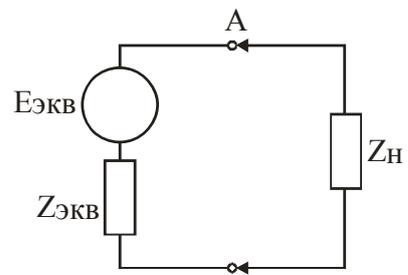
1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 450 м, диаметром 1,75 мм, если сила тока в нем 5 А. Удельное сопротивление меди $\rho=1,7 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 120 интервалов. Нижний предел измерения $U_{Н}=-60 \text{ мВ}$, верхний $U_{В}=+60 \text{ мВ}$. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

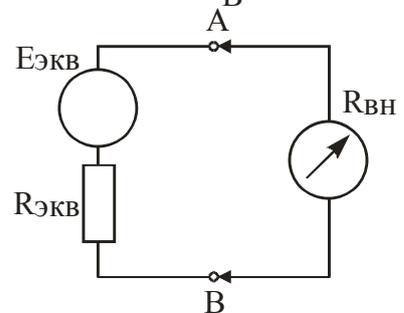
1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I=4,5 \text{ А}$; $I_{ВН}=0,5 \text{ А}$; $R_{ВН}=300 \text{ Ом}$.



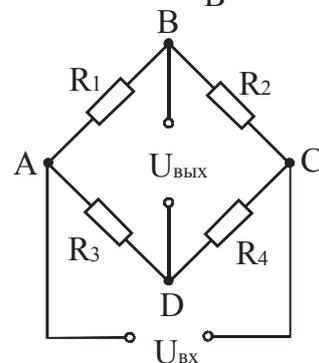
1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ}=220$ В; $Z_{ЭКВ}=50$ Ом; $Z_H=500$ Ом.



1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ}=280$ Ом; $R_{ВН}=9720$ Ом.



1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ}=10$ В; $R_2=R_3=R_4=150$ Ом; $R_1=160$ Ом.



Вариант 9

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность магнитной индукции.

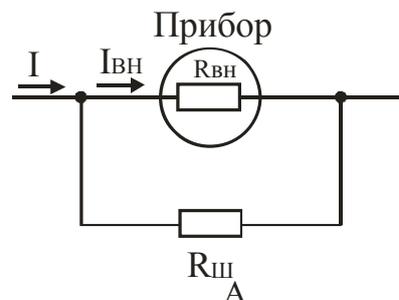
1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
970	1000	1040	920	950	1025	1006	945	980	920	984

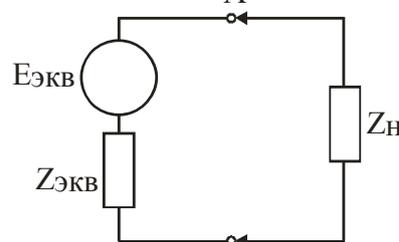
1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 25 м, диаметром 0,75 мм, если сила тока в нем 0,5 А. Удельное сопротивление меди $\rho=1,7 \cdot 10^{-2}$ Ом·мм²/м.

1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 200 интервалов. Нижний предел измерения $U_H=-25$ мВ, верхний $U_B=+25$ мВ. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

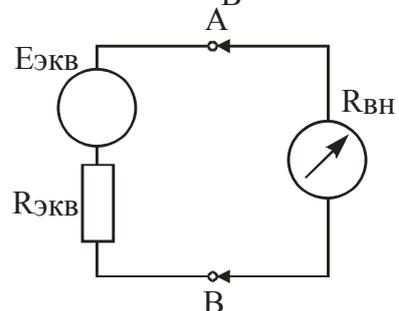
1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I=2,5$ А; $I_{ВН}=0,5$ А; $R_{ВН}=450$ Ом.



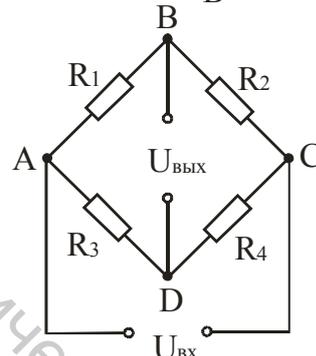
1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ}=110$ В; $Z_{ЭКВ}=50$ Ом; $Z_H=500$ Ом.



1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ}=330$ Ом; $R_{ВН}=9670$ Ом.



1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ}=10$ В; $R_2=R_3=R_4=150$ Ом; $R_1=200$ Ом.



Вариант 10

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность силы.

1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1100	1020	1035	1065	1120	1150	1145	1095	1025	1150	1030

1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 125 м, диаметром 0,5 мм, если сила тока в нем 0,15 А. Удельное сопротивление меди $\rho=1,7 \cdot 10^{-2}$ Ом·мм²/м.

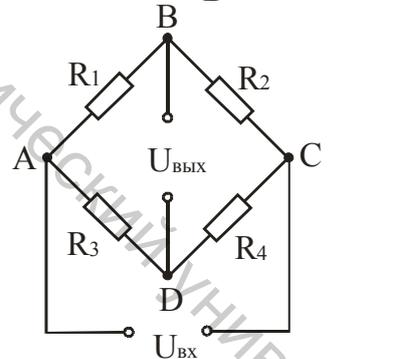
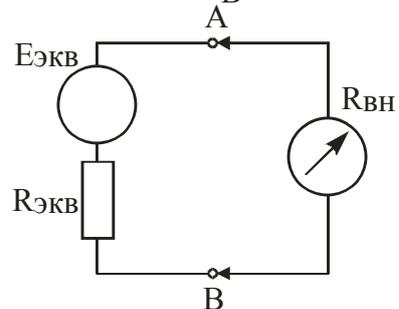
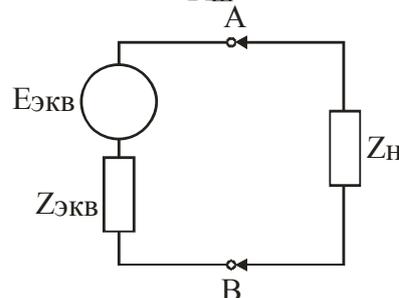
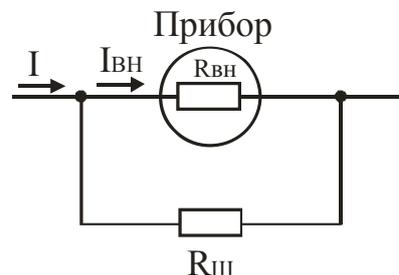
1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 500 интервалов. Нижний предел измерения $U_H = -125$ мВ, верхний $U_B = +125$ мВ. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I = 2,5$ А; $I_{BH} = 0,5$ А; $R_{BH} = 550$ Ом.

1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ} = 110$ В; $Z_{ЭКВ} = 350$ Ом; $Z_H = 1650$ Ом.

1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ} = 440$ Ом; $R_{BH} = 9560$ Ом.

1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ} = 15$ В; $R_2 = R_3 = R_4 = 150$ Ом; $R_1 = 200$ Ом.



Вариант 11

1.1 Вывести через основные единицы СИ размерность напряженности электрического поля.

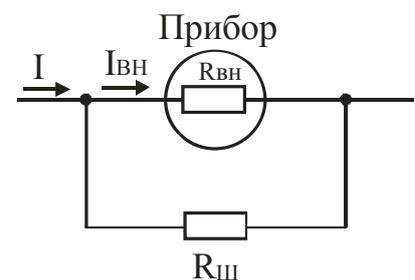
1.2 Определить относительные погрешности каждого измерения, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую погрешности.

Действительное измеряемое значение	Номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1050	1010	1025	1055	1100	1050	1045	1075	1035	1060	1030

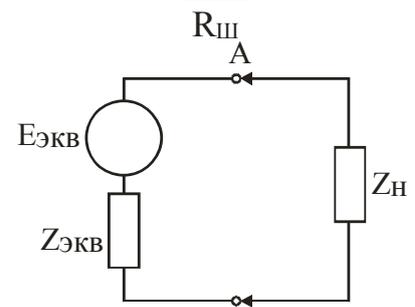
1.3 Найти падение напряжения на медном проводе длиной 150 м, диаметром 1 мм, если сила тока в нем 5 А. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

1.4 Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 300 интервалов. Нижний предел измерения $U_H = -100 \text{ мВ}$, верхний $U_B = +100 \text{ мВ}$. Определить цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

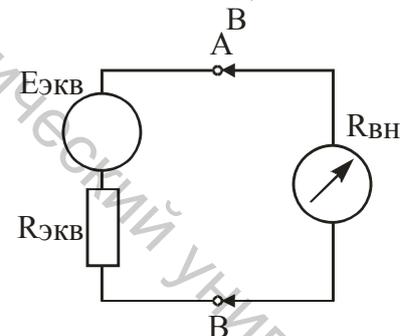
1.5 Определить сопротивление шунта, если дано: $I = 5,5 \text{ А}$; $I_{BH} = 0,5 \text{ А}$; $R_{BH} = 50 \text{ Ом}$.



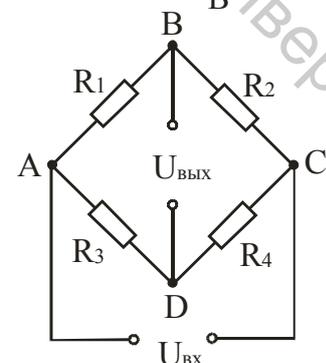
1.6 Определить погрешность в вольтах, вызванную подключением к цепи нагрузки, если дано: $E_{ЭКВ} = 10 \text{ В}$; $Z_{ЭКВ} = 50 \text{ Ом}$; $Z_H = 200 \text{ Ом}$.



1.7 Определить погрешность в процентах, вызванную подключением к цепи вольтметра, если дано: $R_{ЭКВ} = 40 \text{ Ом}$; $R_{BH} = 10560 \text{ Ом}$.



1.8 Определить напряжение (в вольтах) на выходе моста Уитстона, если дано: $U_{ВХ} = 35 \text{ В}$; $R_2 = R_3 = R_4 = 450 \text{ Ом}$; $R_1 = 200 \text{ Ом}$.



Индивидуальное задание № 2

2.1 Изобразить принципиальную схему трехпредельного ампервольтметра с использованием магнитоэлектрического измерительного механизма на значения постоянного тока и напряжения (по варианту). Рассчитать все элементы и собственную потребляемую мощность (максимальную) на всех пределах.

Таблица 2.1 – Исходные данные к заданию 2.1

Вариант	Параметры измерительного механизма		Значения тока, А	Значения напряжения, В
	I, мА	Z, Ом		
1	0,1	500	1,3,5	5,15,60
2	0,2	550	1,3,6	5,15,75
3	0,3	600	1,5,10	5,30,60
4	0,4	650	1,5,15	5,45,90
5	0,5	700	2,6,20	10,60,120
6	0,6	750	3,9,30	10,30,90
7	0,7	800	3,15,60	10,50,100
8	0,8	850	3,20,70	15,60,120
9	0,9	900	5,25,100	30,90,230
10	1	950	10,30,50	50,150,600
11	1,1	1000	1,3,5	5,15,60
12	1,2	1050	1,3,6	5,15,75
13	1,3	1100	1,5,10	5,30,60
14	1,4	1150	1,5,15	5,45,90
15	1,5	1200	2,6,20	10,60,120
16	1,6	1250	3,9,30	10,30,90
17	1,7	1300	3,15,60	10,50,100
18	1,8	1350	3,20,70	15,60,120
19	1,9	1400	5,25,100	30,90,230
20	2	1450	10,30,50	50,150,600
21	2,1	1500	1,3,5	5,15,60
22	2,2	1550	1,3,6	5,15,75
23	2,3	1600	1,5,10	5,30,60
24	2,4	1700	3,20,70	15,60,120
25	2,5	1800	5,25,100	30,90,230
26	2,6	1900	10,30,50	50,150,600

2.2 Вольтметр, имеющий равномерную шкалу с верхним пределом измерения 150 В и ток полного отклонения 3 мА, измеряет падение напряжения на одном из резисторов ($R_1=3$ кОм, $R_2=5$ кОм, $R_3=7$ кОм, $R_4=10$ кОм),

включенных, согласно варианту к источнику напряжения с $Z=0,5$ Ом и $E=120$ В. Чему равны показания прибора, относительная и полная погрешность, если класс точности прибора равен (по варианту)? Схему изобразить.

Таблица 2.2 – Исходные данные к заданию 2.2

Вариант	Схема включения	R для измерения	Класс точности
1	Все R последовательные	R_1	0.5
2	-“-	R_2	1.0
3	-“-	R_3	0.5
4	-“-	R_4	1.0
5	R_1, R_2 , параллельные, с R_3 с R_4 последовательные	R_3	1.5
6	R_1, R_4 параллельные и с R_2, R_3 последовательные	R_2	1.0
7	R_1, R_2, R_3 параллельные и с R_4 последовательно	R_4	2.0
8	R_1, R_2 параллельные с R_3, R_4 последовательные	R_4	2.0
9	R_2, R_3, R_4 параллельные и с R_1 последовательно	R_1	0.1
10	-“-	R_3	0.5
11	-“-	R_2	1
12	-“-	R_4	2.0
13	R_1, R_2, R_3 параллельные и с R_4 последовательно	R_3	1.0
14	-“-	R_2	0.5
15	-“-	R_1	0.1
16	R_1, R_3, R_4 параллельные и с R_2 последовательно	R_1	0.1
17	-“-	R_3	0.5
18	-“-	R_2	1
19	-“-	R_4	2.0
20	R_1, R_2, R_4 параллельные и с R_3 последовательно	R_1	0.1
21	-“-	R_3	0.5
22	-“-	R_2	1
23	-“-	R_4	2.0

Индивидуальное задание № 3

Вариант 1

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=20$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность, построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
10	50	50	20	10

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=3$, а толщину – 0,3 мм. Площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

S , см ²	R , Ом	f , кГц	U , В
100	50	20	10

3.3 Построить схему измерения давления воздуха на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 0-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
10	0,01	10

3.5 Построить схему поплавкового уровнемера с применением поворотного потенциметра.

Вариант 2

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=20$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b, см	l, см	R, Ом	f, кГц	U, В
15	60	100	30	10

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=3$, толщину 0,2 мм, площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

S, см²	R, Ом	f, кГц	U, В
144	100	30	10

3.3 Построить схему измерения расхода газа на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 0-20 мА.

Перемещение l, см	Точность, \pmсм	Постоянное напряжение U, В
15	0,02	11

3.5 Построить схему поплавкового уровнемера с применением линейного потенциометра.

Вариант 3

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=20$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8\cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b, см	l, см	R, Ом	f, кГц	U, В
20	70	110	40	10

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2,5$, толщину – 0,1 мм. Площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

S, см²	R, Ом	f, кГц	U, В
156	110	40	12

3.3 Построить схему измерения расхода жидкости на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, $\pm\text{см}$	Постоянное напряжение U , В
20	0,03	12

3.5 Построить схему поплавкового уровнемера с применением индуктивного преобразователя.

Вариант 4

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=16$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8\cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
25	80	120	50	15

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2,5$, толщину – 0,2 мм. Площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

S , см ²	R , Ом	f , кГц	U , В
200	130	50	15

3.3 Построить схему измерения уровня жидкости на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 0-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, $\pm\text{см}$	Постоянное напряжение U , В
25	0,04	15

3.5 Построить схему поплавкового уровнемера с применением емкостного преобразователя.

Вариант 5

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=18$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
30	90	130	60	20

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=3,5$, толщину – 0,4 мм, площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

S , см ²	R , Ом	f , кГц	U , В
250	90	60	15

3.3 Построить схему измерения разрывной нагрузки на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
30	0,05	10

3.5 Построить схему расходомера газа с применением потенциметрического преобразователя.

Вариант 6

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=25$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать

самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b, см	l, см	R, Ом	f, кГц	U, В
20	100	110	50	15

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2$, толщину 0,3 мм, площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

S, см²	R, Ом	f, кГц	U, В
240	80	70	12

3.3 Построить схему измерения массы объекта на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциометрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 0-20 мА.

Перемещение l, см	Точность, ±см	Постоянное напряжение U, В
35	0,06	12

3.5 Построить схему расходомера газа с применением индуктивного преобразователя.

Вариант 7

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=10$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b, см	l, см	R, Ом	f, кГц	U, В
40	120	100	60	15

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=3,5$, толщину 0,5 мм, площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

$S, \text{см}^2$	$R, \text{Ом}$	$f, \text{кГц}$	$U, \text{В}$
180	100	40	10

3.3 Построить схему измерения температуры воздуха на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциометрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение $l, \text{см}$	Точность, $\pm\text{см}$	Постоянное напряжение $U, \text{В}$
7	0,01	15

3.5 Построить схему расходомера газа с применением емкостного преобразователя.

Вариант 8

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=15$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8\cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

$b, \text{см}$	$l, \text{см}$	$R, \text{Ом}$	$f, \text{кГц}$	$U, \text{В}$
20	95	105	20	12

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2$, толщину – 0,2 мм. Площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

$S, \text{см}^2$	$R, \text{Ом}$	$f, \text{кГц}$	$U, \text{В}$
100	50	10	15

3.3 Построить схему измерения на емкостном преобразователе толщины листового материала

3.4 Построить потенциометрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 0-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
14	0,02	12

3.5 Построить схему измерения расстояния до объекта с помощью датчика Холла.

Вариант 9

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=12$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
23	102	99	25	13

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2,5$, толщину 0,1 мм. Площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

S , см ²	R , Ом	f , кГц	U , В
90	20	40	10

3.3 Построить схему измерения толщины листового материала с помощью датчика Холла.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
26	0,02	15

3.5 Построить схему измерения расстояния до объекта с помощью индуктивного преобразователя.

Вариант 10

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=12$. Имеется два электрода шириной b

каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
12	50	50	20	10

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=3$, толщину 0,2 мм, площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

S , см ²	R , Ом	f , кГц	U , В
110	50	20	10

3.3 Построить схему измерения давления воздуха на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
9	0,01	10

3.5 Построить схему поплавкового уровнемера с применением поворотного потенциометра.

Вариант 11

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=14$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
16	60	100	30	10

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом.

Приняв $\epsilon=2$, толщину – 0,1 мм. Площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

$S, \text{см}^2$	$R, \text{Ом}$	$f, \text{кГц}$	$U, \text{В}$
144	105	30	10

3.3 Построить схему измерения расхода газа на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение $l, \text{см}$	Точность, $\pm\text{см}$	Постоянное напряжение $U, \text{В}$
15	0,02	15

3.5 Построить схему поплавкового уровнемера с применением линейного потенциометра.

Вариант 12

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=25$). Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8\cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

$b, \text{см}$	$l, \text{см}$	$R, \text{Ом}$	$f, \text{кГц}$	$U, \text{В}$
24	70	110	40	10

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2,5$, толщину – 0,2 мм. Площадь пластин S . Рассчитать все элементы схемы и определить функцию преобразования.

$S, \text{см}^2$	$R, \text{Ом}$	$f, \text{кГц}$	$U, \text{В}$
160	110	40	12

3.3 Построить схему измерения расхода жидкости на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить

градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 0-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
25	0,03	12

3.5 Построить схему поплавкового уровнемера с применением индуктивного преобразователя.

Вариант 13

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=16$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
28	80	120	50	15

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=3$, толщину 0,25 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

S , см ²	R , Ом	f , кГц	U , В
220	130	50	15

3.3 Построить схему измерения уровня жидкости на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
20	0,04	15

3.5 Построить схему поплавкового уровнемера с применением емкостного преобразователя.

Вариант 14

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=20$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
35	90	130	60	20

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=3,5$, толщину $-0,15$ мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

S , см ²	R , Ом	f , кГц	U , В
240	90	60	15

3.3 Построить схему измерения разрывной нагрузки на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 0-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
35	0,05	10

3.5 Построить схему расходомера газа с применением потенциметрического преобразователя.

Вариант 15

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=25$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
25	100	110	50	15

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом.

Приняв $\epsilon=2$, толщину – 0,2 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

$S, \text{см}^2$	$R, \text{Ом}$	$f, \text{кГц}$	$U, \text{В}$
244	80	70	12

3.3 Построить схему измерения массы объекта на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение $l, \text{см}$	Точность, $\pm\text{см}$	Постоянное напряжение $U, \text{В}$
40	0,06	12

3.5 Построить схему расходомера газа с применением индуктивного преобразователя.

Вариант 16

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=15$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

$b, \text{см}$	$l, \text{см}$	$R, \text{Ом}$	$f, \text{кГц}$	$U, \text{В}$
42	120	100	60	15

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2,5$, толщину – 0,2 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

$S, \text{см}^2$	$R, \text{Ом}$	$f, \text{кГц}$	$U, \text{В}$
188	100	40	10

3.3 Построить схему измерения температуры воздуха на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$

Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
10	0,01	15

3.5 Построить схему расходомера газа с применением емкостного преобразователя.

Вариант 17

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=20$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
26	95	105	20	12

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2$, толщину – 0,25 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

S , см ²	R , Ом	f , кГц	U , В
100	100	10	15

3.3 Построить схему измерения толщины листового материала на емкостном преобразователе.

3.4 Построить потенциометрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
20	0,02	12

3.5 Построить схему измерения расстояния до объекта с помощью

датчика Холла.

Вариант 18

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=15$). Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
25	102	99	25	13

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2$, толщину – 0,1 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

S , см ²	R , Ом	f , кГц	U , В
96	20	40	10

3.3 Построить схему измерения толщины листового материала с помощью датчика Холла.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
26	0,02	10

3.5 Построить схему измерения расстояния до объекта с помощью индуктивного преобразователя.

Вариант 19

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=25$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать

самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b, см	l, см	R, Ом	f, кГц	U, В
28	80	100	50	15

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2,5$, толщину – 0,35 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

S, см²	R, Ом	f, кГц	U, В
280	130	100	15

3.3 Построить схему измерения уровня жидкости на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциометрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=6 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l, см	Точность, \pmсм	Постоянное напряжение U, В
25	0,04	15

3.5 Построить схему поплавкового уровнемера с применением емкостного преобразователя.

Вариант 20

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=24$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8\cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b, см	l, см	R, Ом	f, кГц	U, В
37	90	130	60	20

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2$, толщину – 0,1 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

S, см²	R, Ом	f, кГц	U, В
240	95	60	15

3.3 Построить схему измерения разрывной нагрузки на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=6 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 0-20 мА.

Перемещение l, см	Точность, $\pm\text{см}$	Постоянное напряжение U, В
38	0,05	10

3.5 Построить схему расходомера газа с применением потенциметрического преобразователя.

Вариант 21

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=22$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8\cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b, см	l, см	R, Ом	f, кГц	U, В
25	110	110	50	15

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2,5$, толщину – 0,3 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

S, см²	R, Ом	f, кГц	U, В
230	80	70	12

3.3 Построить схему измерения массы объекта на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 0-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
44	0,06	12

3.5 Построить схему расходомера газа с применением индуктивного преобразователя.

Вариант 22

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=11$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b , см	l , см	R , Ом	f , кГц	U , В
44	120	100	60	15

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2$, толщину – 0,25 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

S , см ²	R , Ом	f , кГц	U , В
200	100	40	10

3.3 Построить схему измерения температуры воздуха на тензорезисторах.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=4$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l , см	Точность, \pm см	Постоянное напряжение U , В
30	0,02	15

3.5 Построить схему расходомера газа с применением емкостного преобразователя.

Вариант 23

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=25$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать

самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b, см	l, см	R, Ом	f, кГц	U, В
24	95	105	20	12

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=3$, толщину – 0,2 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

S, см²	R, Ом	f, кГц	U, В
100	120	10	15

3.3 Построить схему измерения толщины листового материала на емкостном преобразователе.

3.4 Построить потенциметрическую схему измерения линейного перемещения объекта по направляющим. Подобрать размеры проволоки ($\rho=10$ Ом·м). Рассчитать сопротивление потенциметра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 0-20 мА.

Перемещение l, см	Точность, ±см	Постоянное напряжение U, В
40	0,04	12

3.5 Построить схему измерения расстояния до объекта с помощью датчика Холла.

Вариант 24

3.1 Построить схему емкостного уровнемера для жидкости с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=16$. Имеется два электрода шириной b каждый, длиной l , резистор R , генератор частотой f и напряжением U . $\epsilon_0=8,8 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Требуемые недостающие элементы можно выбрать самостоятельно. Определить чувствительность. Построить градуировочную кривую.

b, см	l, см	R, Ом	f, кГц	U, В
27	102	99	25	13

3.2 Построить схему измерения толщины бумаги емкостным методом. Приняв $\epsilon=2,6$, толщину – 0,3 мм. Площадь пластин S . Все элементы рассчитать и определить функцию преобразования.

S, см²	R, Ом	f, кГц	U, В
98	20	40	10

3.3 Построить схему измерения толщины листового материала с помощью датчика Холла.

3.4 Построить потенциометрическую схему измерения линейного перемещения объекта по **направляющим**. Подобрать размеры проволоки ($\rho=12 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Рассчитать сопротивление потенциометра. Построить градуировочную кривую. Выходной сигнал – токовый 4-20 мА.

Перемещение l, см	Точность, $\pm\text{см}$	Постоянное напряжение U, В
29	0,03	11

3.5 Построить схему измерения расстояния до объекта с помощью индуктивного преобразователя.

Индивидуальное задание №4

Вариант 1

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N. Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Линейное перемещение, мм	0	300	8	0,5	5

Вариант 2

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N. Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый

электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Линейное перемещение, мм	0	200	10	0,5	10

Вариант 3

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Линейное перемещение, мм	0	100	12	0,1	5

Вариант 4

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;

2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Линейное перемещение, мм	0	50	8	0,05	12

Вариант 5

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Линейное перемещение, мм	0	25	10	0,01	5

Вариант 6

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Линейное перемещение, мм	0	10	12	0,001	10

Вариант 7

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Масса, кг	1	5	8	0,001	5

Вариант 8

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Масса, кг	2	10	10	0,005	10

Вариант 9

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Масса, кг	30	100	12	0,01	12

Вариант 10

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Масса, кг	50	200	8	0,1	5

Вариант 11

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости

использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Масса, кг	100	500	10	0,25	10

Вариант 12

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Масса, кг	1000	10000	12	1	12

Вариант 13

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Температура, град С	0	50	8	0,1	5

Вариант 14

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Температура, град С	10	70	10	0,05	10

Вариант 15

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Температура, °С	20	100	12	0,01	12

Вариант 16

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Температура, °С	100	200	8	0,1	5

Вариант 17

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Температура, °С	150	210	10	0,05	10

Вариант 18

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый

электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;

2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Температура, °С	175	250	12	0,01	12

Вариант 19

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;

2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Линейная скорость, м/мин	0	5	8	0,001	5

Вариант 20

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;

2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Линейная скорость, м/мин	0	10	10	0,005	10

Вариант 21

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Линейная скорость, м/мин	0	100	12	0,01	12

Вариант 22

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В

Линейная скорость, м/мин	0	500	8	0,05	5
--------------------------	---	-----	---	------	---

Вариант 23

В устройстве для измерения заданного технологического параметра используется АЦП с разрядностью N . Необходимо измерить параметр в пределах от X_{\min} до X_{\max} с точностью $\pm\Delta$. В схеме при необходимости использовать заданное напряжение питания. Выходной аналоговый электрический сигнал должен быть унифицированный. Недостающие данные выбрать самостоятельно.

Задание: 1. разработать схему преобразования параметра в электрический сигнал;
2. проверить, обеспечивается ли устройством заданная точность.

Измеряемый параметр	Нижний предел измерения	Верхний предел измерения	Разряд АЦП	Точность	Напряжение питания, В
Линейная скорость, м/мин	0	1000	10	0,1	10

Литература

1. Фрайден, Дж. Современные датчики. Справочник : пер. с англ. / Дж. Фрайден ; под ред. Е. Л. Свинцова. – Москва : Техносфера, 2005. – 592 с.
2. Айзенберг, П. Г. Технологические измерения и контрольно-измерительные приборы / Л. Г. Айзенберг, А. В. Кипнис, Ю. И. Стороженко. – Москва : Легпромиздат, 1990. – 355 с.
3. Карташова, А. Н. Технологические измерения и приборы в текстильной и легкой промышленности / А. Н. Карташова, И. В. Дунин-Барковский. – Москва : Легпромиздат, 1984. – 340 с.
4. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога / У. Болтон. – Москва : Додэка-XXI, 2002. – 384 с.
5. Измерения в промышленности : справочник. В 3-х книгах: пер. с нем. / под ред. П. Профоса. – Москва : Металлургия, 1990. – 492, 384, 344 с.
6. Морозов, П. В. Автоматические системы управления и обслуживания приборов и оборудования / П. В. Морозов. – Москва : Стандарт, 1989.
7. Автоматизация измерений и контроля электрических и неэлектрических величин / под ред. А. А. Сазонова. – Москва : Из-во стандартов, 1987. – 280 с.
8. Электрические измерения неэлектрических величин / под ред. П. В. Новицкого. – Ленинград : Энергия, 1979.
9. Левшина, Е. С. Электрические измерения физических величин. Измерительные преобразователи : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. «Информационно-измерительная техника» / Е. С. Левшина, П. В. Новицкий. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.
10. Цербс, М. Контрольно-измерительная техника / М. Цербс. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 320с.
11. Ким, К. К. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: учебное пособие / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, В. Ю. Барбарович. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – 367 с.
12. Измерение электрических и неэлектрических величин : учеб. пособие для вузов / Я. А. Купершмидт [и др.] ; под ред. Н. Н. Евтихеева. – Москва : Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
13. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики : пер. с англ. / Р. Г. Джексон ; под ред. В. В. Лучинина. – Москва : Техносфера, 2007. – 384 с.
14. Котюк, А. Ф. Датчики в современных измерениях / А. Ф. Котюк. – Москва : Радио и связь, 2006. – 96 с.
15. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике : учебно-практическое пособие / Н. В. Уваров, В. В. Дойников; под ред. А. В. Калиниченко. – Москва : Инфра-Инженерия, 2008. – 576 с.
16. Электрические измерения. Средства и методы измерений (общий курс) : учеб. пособие для втузов / под ред. Е. Г. Шрамкова. – Москва : Высшая школа, 1972. – 520 с.

17. Атамалян, Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин / Э. Г. Атамалян. – Москва : Дрофа, 2005

18. Панфилов, В. А. Электрические измерения / В. А. Панфилов. – Москва : Академия, 2006. – 285 с.

19. Электрические измерения : учеб. для студ. электроэнергетических и электротехнических спец. вузов / Л. И. Бойда [и др.] ; под ред. А. В. Фремке, Е. М. Душина. – 5-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Энергия, 1980. – 392 с.

20. Спектор, С. А. Электрические измерения электрических величин : Методы измерений : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. «Информационно-измерительная техника» / С. А. Спектор. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1987. – 320 с.

21. Основы метрологии и электрические измерения : учеб. для вузов / Б. Я. Авдеев [и др.] ; под ред. Е. М. Душина. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1987. – 480 с.