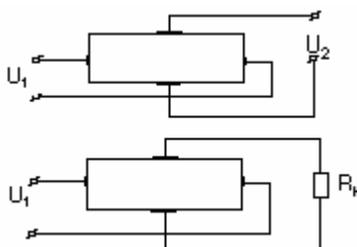


ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный
технический университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по самостоятельной работе по дисциплине
«Физические основы получения информации»
для студентов направления 12.03.01
«Приборостроение» (профиль «Приборостроение»)
всех форм обучения



Воронеж 2015

Составители: канд. техн. наук А.В. Турецкий,
канд. техн. наук Н.В. Ципина,
канд. техн. наук В.А. Шуваев

УДК 621.3.049.7.002 (075)

Рабочая программа и методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Физические основы получения информации» для студентов направления 12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») всех форм обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост., А.В. Турецкий, Н.В. Ципина, В.А. Шуваев. Воронеж, 2015. 33 с.

Методические указания предназначены для проведения самостоятельной работы по дисциплине «Физические основы получения информации». Основной целью указаний является организация самостоятельного изучения дисциплины. Методические указания предназначены для бакалавров техники и технологии по направлению 12.03.01 «Приборостроение» всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2003 и содержатся в файле SRS FOPI.doc.

Библиогр.: 10 назв.

Рецензент канд техн. наук, доц. А.В. Башкиров

Ответственный за выпуск зав. кафедрой д-р техн. наук,
проф. А.В. Муратов

Издается по решению редакционно–издательского совета
Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВПО «Воронежский
государственный технический
университет», 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – получение студентами знаний о физических основах измерительных преобразований, получение навыков обоснования принципа измерения.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	изучение физических основ измерительных преобразований, на которых строятся методы и средства измерения физических величин в электронных приборах.
1.2.2	приобретение навыков проведения исследования, обработки и представления экспериментальных данных;
1.2.3	приобретение навыков выбора и обоснования принципа измерения в проектируемых приборах

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: БЗ.		код дисциплины в УП: БЗ.В.ОД.3
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося		
Б2.Б.1	Математика	
Б2.Б.2	Физика	
Б3.Б.7	Метрология, стандартизация и сертификация	
Б3.Б.4	Материаловедение и технология конструкционных материалов	
Б3.Б.5	Электротехника	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее		
	Преддипломная практика, дипломное проектирование	
Б3.Б.10	Основы проектирования приборов и систем	
БЗ.В.ОД.4	Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
ПК-7	Способность рассчитывать и проектировать элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физические эффекты, лежащие в основе источников физических полей; – физические эффекты и законы, лежащие в основе взаимодействия физического поля со средой, характеристики материалов и объектов в физическом поле;; – эффекты, лежащие в основе прямого и обратного преобразований характеристик физических полей, характеристик материалов и изделий в электрический сигнал. <p>Умеет: расчетным путем находить результаты элементарных измерительных преобразований;</p> <p>Владет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – современными информационными и информационно-коммуникационными технологиями и инструментальными средствами для решения задач физического и математического моделирования. 	
ПК-9	Проектно-конструкторская деятельность: способность к анализу технического задания и задач проектирования приборов на основе изучения технической литературы и патентных источников
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приемы создания конструкций первичных преобразователей приборов; – приемы работы в поиске, обработке, анализе большого объема технической литературы и патентных источников <p>Умеет: разрабатывать конструкторскую документацию с применением современных САПР;</p> <p>Владет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – современными системами проектирования при создании первичных преобразователей;. 	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	физические эффекты, лежащие в основе измерений;
3.1.2	физические эффекты и законы, лежащие в основе взаимодействия физического поля со средой, характеристики материалов и объектов в физическом поле;
3.1.3	эффекты, лежащие в основе прямого и обратного преобразований характеристик физических полей, характеристик материалов и изделий в электрический сигнал.
3.2	Уметь:
3.2.1	расчетным путем находить результаты элементарных измерительных преобразований;
3.2.2	экспериментально исследовать отдельные измерительные преобразования;
3.3	Владеть:
3.3.1	современными информационными и информационно-коммуникационными технологиями и инструментальными средствами для решения задач физического и математического моделирования;
3.3.2	навыками работы в поиске, обработке, анализе большого объема технической литературы и патентных источников;
3.3.3	опытом работы в коллективе для решения технических задач.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п./п	Наименование раздела дисциплины	Нед.	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекц/	ПЗ	ЛР	СРС	Всего часов
1	Общие вопросы получения информации. Измерительные преобразователи	1-2	4	4	4	12	18
2	Резистивные преобразователи перемещений	3-4	4	4	4	12	18
3	Термосопротивления и термоэлектрические преобразователи	5-6	4	4	4	12	18
4	Пирометрические преобразователи	7-8	4	4	4	12	18
5	Трансформаторные преобразователи перемещения	9-10	4	4	4	12	18
6	Датчики Холла	11-12	4	4	4	12	18
7	Электростатические емкостные преобразователи	13-14	4	4	4	12	18
8	Индуктивные и индукционные преобразователи	15-16	4	4	4	12	18
9	Магниторезистивный эффект. Тензорезисторы	17-18	4	4	4	12	18
Итого			36	36	36	108	216

4.1. Лекции

Нед.	Тема и содержание лекции	часов
1	2	3
Общие вопросы получения информации. Измерительные преобразователи		4
1	Введение. Цель и задачи курса. Основные понятия и определения. Единицы измерений физических величин	1
1	Средства измерения, методы измерения, виды, классификация	1
2	Измерительные преобразователи	1
2	Схемы преобразователей	1
Резистивные преобразователи перемещений		4
3	Контактные преобразователи	1
3	Реостатные преобразователи	1
4	Чувствительность реостатных преобразователей Погрешности реостатных преобразователей	1
4	Измерительные цепи реостатных преобразователей Область применения реостатных преобразователей	1
Термосопротивления и термоэлектрические преобразователи		4
5	Принцип действия и области применения термосопротивлений Проводниковые термосопротивления Конструкции проволочных промышленных термосопротивлений	1
5	Полупроводниковые термосопротивления Измерительные цепи термометров сопротивления	1
6	Термоэлектрические преобразователи Конструкции термопар	1
6	Погрешности термоэлектрических преобразователей и методы их коррекции	1
Пирометрические преобразователи		4

7	Виды пирометров Радиационные пирометры	1
7	Пирометры частичного излучения	1
8	Пирометры спектрального отношения	1
8	Тепловидение и термографы, тепловизоры	1
Трансформаторные преобразователи перемещения		4
9	Принцип действия трансформаторных преобразователей перемещения. Дифференциальная схема трансформаторного преобразователя перемещения	2
10	Трансформаторный преобразователь с подвижной обмоткой	2
Датчики Холла		4
11	Эффект Холла. Параметры и характеристики датчиков Холла. Конструкции и применение датчиков Холла	2
12	Точностные характеристики датчиков Холла Погрешности преобразователей Холла Динамические характеристики преобразователей Холла	2
Электростатические емкостные преобразователи		4
13	Принцип действия электростатического преобразователя. Эквивалентная схема электростатического преобразователя. Конструкции емкостных преобразователей	2
14	Применение электростатических преобразователей Схема включения ЭС в измерительную цепь Основные источники погрешности ЭС	2
Индуктивные и индукционные преобразователи		4
15	Принцип работы ИП Погрешности ИП	2
16	Принцип действия индукционных преобразователей. Индукционные преобразователи для измерения параметров магнитных полей. Индукционные преобразователи для измерения частоты вращения. Индукционные преобразователи параметров вибрации. Погрешность индукционных преобразователей	2

Магниторезистивный эффект. Тензорезисторы		4
17	Принцип действия магниторезисторов. Конструкции магниторезисторов Основные метрологические характеристики и применение магниторезисторов	2
18	Принцип работы тензорезистивных преобразователей Расчёт тензорезисторов Конструкция тензорезисторов Схемы включения тензорезисторов	2
Итого часов		36

4.2. Практические занятия

Нед.	Тема и содержание практического занятия	часов	Виды контроля
1	Определение основных параметров потенциометрического датчика	2	Проверка расчетов
2	Определение основных параметров термоэлектрического датчика	2	Проверка расчетов
3	Определение основных параметров емкостного датчика	2	Проверка расчетов
4	Определение основных параметров пьезоэлектрического датчика	2	Проверка расчетов
5	Определение основных параметров электромагнитного реле.	2	Проверка расчетов
6	Определение основных параметров магнитного усилителя с обратными связями	2	Проверка расчетов
8	Определение основных параметров многокаскадного и реверсивного магнитных усилителей.	2	Проверка расчетов
9	Определение основных параметров аналогового цифрового преобразователя.	2	Проверка расчетов
10	Определение основных параметров	2	Проверка

	исполнительного устройства и простейшего магнитного усилителя .		расчетов
11	Определение основных параметров пирометрических преобразователей	2	Проверка расчетов
12	Определение основных параметров трансформаторных преобразователей перемещения	2	Проверка расчетов
13	Определение основных параметров датчиков Холла.	2	Проверка расчетов
14	Определение основных параметров электростатических емкостных преобразователей	2	Проверка расчетов
15	Определение основных параметров индуктивных преобразователей	2	Проверка расчетов
16	Определение основных параметров индукционных преобразователей	2	Проверка расчетов
17	Определение основных параметров магниторезисторов преобразователей	2	Проверка расчетов
18	Определение основных параметров тензорезисторов преобразователей	2	Проверка расчетов
Итого часов		36	

4.3. Лабораторные работы

Нед.	Наименование лабораторной работы	часов	Виды контроля
1-2	Исследование характеристик потенциометрических преобразователей перемещений.	4	Опрос по контрольным вопросам
3-4	Исследование характеристик терморезистивных преобразователей.	4	Опрос по контрольным вопросам
5-6	Исследование характеристик термоэлектрических преобразо-	4	Опрос по контрольным вопро-

	вателей.		сам
7-8	Исследование характеристик емкостного датчика уровня	6	Опрос по контрольным вопросам
9-12	Исследование характеристик индукционного датчика	8	Опрос по контрольным вопросам
13-16	Исследование характеристик термоанемометрического датчика	8	Опрос по контрольным вопросам
18	Зачетное занятие	2	отчет
Итого часов		36	

4.4. Курсовая работа

Нед.	Наименование тем курсовой работы	часов
1-17	<p>1. Методы измерения температуры. Физический принцип. Области применения. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.</p> <p>2. Методы измерения ускорения и скорости. Физический принцип. Области применения. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.</p> <p>3. Методы измерения крутящего момента и натяжения. Физический принцип. Области применения. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.</p> <p>4. Методы измерения давления, силы и массы. Физический принцип. Области применения. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.</p> <p>5. Методы измерения расхода. Физический принцип. Особенности измерения для жидких и газообразных веществ. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.</p> <p>6. Методы непрерывного измерения уровня. Физический принцип. Особенности измерения для жидких и сыпучих веществ. Преимущества и не-</p>	52

достатки. Конструкции датчиков.

7. Методы измерения конечного уровня (выключатели). Физический принцип. Особенности измерения для жидких и сыпучих веществ. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.

8. Методы измерения свойств и состава газов. Области применения. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.

9. Методы измерения свойств и состава жидкости. Области применения. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.

10. Методы измерения влажности. Физический принцип. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.

11. Методы измерения геометрических величин (расстояний, линейных размеров, углов). Физический принцип. Области применения. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.

12. Методы неразрушающего контроля. Классификация. Физический принцип. Области применения. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.

13. Ультразвуковые методы измерений. Физический принцип. Области применения. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.

14. Электромагнитные методы измерений. Физический принцип. Области применения. Преимущества и недостатки. Конструкции датчиков.

15. Исследование и изготовление датчика температуры на основе термопары.

16. Исследование и изготовление датчика скорости вращения на основе оптических методов.

17. Исследование и изготовление датчика магнитного поля на основе эффекта Холла.

18. Работы, предложенные студентами.

18	Зачетное занятие	2
Итого часов		54

4.5. Самостоятельная работа студента (СРС)

Нед.	Содержание СРС	Виды контроля	часов
8 семестр		Экзамен	54
1	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
2	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
	Выполнение курсовой работы	контроль этапа	
3	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	
4	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	4
	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	
	Выполнение курсовой работы	контроль этапа	
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
5	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1
6	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	2

	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
7	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	4
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
	Выполнение курсовой работы	контроль этапа	
8	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	4
	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	
	Выполнение курсовой работы	контроль этапа	
9	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	4
	Работа с конспектом лекций, с учебником		
10	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	4
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
	Выполнение курсовой работы	контроль этапа	
11	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
8	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	4
	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	
	Выполнение курсовой работы	контроль этапа	
13	Подготовка к выполнению лаб. ра-	допуск к	4

	боты	выполнению	
	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	
	Выполнение курсовой работы	контроль этапа	
14	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	4
	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	
	Выполнение курсовой работы	контроль этапа	
15	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	4
	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	
	Выполнение курсовой работы	контроль этапа	
16	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	4
	Подготовка к практическому занятию	проверка дом. задания	
	Выполнение курсовой работы	контроль этапа	
17	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
	Подготовка к защите курсовой работы	защита	2

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Система университетского образования предполагает рациональное сочетание таких видов учебной деятельности, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, а также контроль полученных знаний.

- Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в эго тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;

- выполнение домашних заданий и подготовка к лабораторным работам;

- работа над темами для самостоятельного изучения;

- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;

- подготовка к зачету и выполнение курсовой работы.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-

методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, проверка расчетов на практических работах, отчет лабораторных работ);

- промежуточный (курсовая работа, зачет с оценкой).

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Для успешной сдачи зачета с оценкой необходимо выполнить следующие рекомендации –готовиться к зачету следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до зачета с оценкой. Данные перед зачетом с оценкой три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

5. ПРОГРАММА КУРСА, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Методические указания к темам 1-2.

В основе получения информации о состоянии объекта (процесса), в широком смысле слова, лежит оценка взаимодействия физических полей различного рода с исследуемым объектом или влияющих факторов и их влияние на его состояние. В качестве принципов измерения используют большое количество и разнообразие различных физических явлений, эффектов, законов, открытых учеными при проведении уникальных

научных исследований, которые зачастую не были направлены на получение каких-либо методов измерений. Известные законы Ньютона, Ома, Максвелла, Вина, Паскаля, эффекты Зеемана, Джозефсона, Холла, Месбауэра, Зеебека, явления пьезоэффекта, фотоэлектричества и т. д. позволяют строить (создавать) самые различные устройства для получения необходимой измерительной информации. Сложная взаимосвязь различных физических процессов, выражаемая различными явлениями и эффектами, подчиняются определенной закономерности. Условно физические величины можно разбить на ряд групп:

- пространственно-временные физические величины;
- механические физические величины;
- тепловые физические величины;
- акустические физические величины;
- электромагнитные физические величины;
- оптические физические величины;
- ядерные физические величины;
- химические физические величины.

Приборы, позволяющие измерять перечисленные физические величины, разнообразны по принципу работы, используемым явлениям, эффектам, конструктивному исполнению, параметрам точности. Но большинство из них можно объединить или рассматривать по типу структурных схем исполнения.

Согласно ГОСТ 16263—70 Измерительным преобразователем называется средство измерений, служащее «для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем» (например, калиброванный шунт, измерительный трансформатор, аттестованная термопара).

Структурные схемы измерительных преобразователей во многом определяют его свойства.

Более простые схемы дешевле и надежнее, но имеют худшие метрологические характеристики.

Простейшая схема – схема последовательного преобразования. Это схема, в которой входная величина каждого последующего преобразователя меняется выходной величиной предыдущего. Входная величина преобразователя – измеряемая величина.

Дифференциальная схема состоит из двух каналов с последовательно соединением преобразователей, причем выходные сигналы каждого канала подаются на два входа вычитающего преобразователя. Вычитающий преобразователь имеет два входа, а выход – разность величин этих входов.

Логометрическая схема соединения преобразователей содержит два канала с последовательным соединением преобразователей. Выходные величины каналов подаются на логометрический преобразователь, который имеет два выхода, а его выходная величина является отношением (частотным) от выходных величин.

Компенсационная схема преобразования имеет обратные связи, предназначенные для компенсации погрешностей.

Вопросы для самопроверки.

1. Что называют принципом измерения?
2. Что называют методом измерения?
3. Что такое физическая величина?
4. Какие схемы соединения преобразователей вы знаете?
5. Каковы достоинства и недостатки схем соединения преобразователей?.

Методические указания к темам 3-4

Резистивные преобразователи перемещения составляют широкий класс измерительных преобразователей. В преобразователях данного типа измеряемая неэлектрическая величина (перемещение) преобразуется в электрическую (напряжение)

или ток) величину, которая затем может быть передана в измерительный тракт и представлена в форме, удобной для дальнейшей обработки, хранения, передачи и непосредственного восприятия человеком. Поэтому резистивные преобразователи перемещения широко применяются в технике в качестве промежуточных элементов измерительных и регулирующих устройств.

Электромеханические резистивные преобразователи перемещения представлены реостатными и контактными преобразователями. Если у контактных преобразователей выходной величиной является замкнутое или разомкнутое состояние контактов (т.е. выходная величина принимает только дискретные значения), то у реостатных преобразователей выходная величина непрерывна и представляет собой изменение сопротивления, пропорциональное перемещению движка.

Изменение сопротивления (при постоянстве всех остальных параметров электрической цепи) может быть однозначно преобразовано в изменение напряжения или тока. В этом заключается основной принцип действия электромеханических резистивных преобразователей перемещения.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается основной принцип действия резистивных преобразователей перемещения?
2. Какие разновидности реостатных преобразователей существуют?
3. В чем заключается различие между контактными и реостатными преобразователями?
4. Чем обусловлены погрешности резистивных преобразователей перемещения?
5. Перечислите основные пути повышения точности реостатных преобразователей перемещения.
6. Какие существуют способы включения реостатных преобразователей в измерительную цепь?

7. В каких областях применяются реостатные преобразователи перемещения?

Методические указания к темам 5-6

Термосопротивлением называется проводник или полупроводник с большим температурным коэффициентом сопротивления, находящийся в теплообмене с окружающей средой, вследствие чего его сопротивление резко зависит от температуры и поэтому определяется режимом теплового обмена между проводником и средой. Теплообмен проводника с окружающей средой происходит различными путями: конвекцией, теплопроводностью среды, теплопроводностью самого проводника и излучением.

К факторам, определяющим интенсивность теплообмена проводника со средой, следует отнести:

а) температуру газовой или жидкой среды, самого проводника и арматуры;

б) физические свойства газовой или жидкой среды (например, плотность, теплопроводность, вязкость);

в) скорость газовой или жидкой среды;

г) геометрические размеры проводника и состояние его поверхности;

д) геометрические размеры и форму арматуры, к которой крепится проводник.

Зависимость температуры проводника, а следовательно, и его сопротивления от перечисленных факторов можно использовать для измерения различных неэлектрических величин, характеризующих газовую или жидкую среду: температуры, скорости, концентрации, плотности (вакуума). При конструировании соответствующих преобразователей следует стремиться к тому, чтобы все факторы, за исключением измеряемой величины, возможно меньше влияли на температуру проводника при тепловом равновесии, иначе говоря, чтобы теплообмен проводника и среды определялся в основном только измеряемой величиной (скоростью среды, температурой и т. д.).

Явление термоэлектричества, открытое в начале прошлого века. Оно заключается в следующем. Если составить цепь из двух различных проводников (или полупроводников) А и В, соединив их между собой концами, причем температуру t_1 одного места соединения сделать отличной от температуры t_0 другого, то в цепи появится э.д.с., называемая термоэлектродвижущей силой (термо-э.д.с.) и являющаяся разностью функций температур мест соединения проводников:

$$E_{AB(t_1, t_0)} = f(t_1) - f(t_0)$$

Подобная цепь называется термоэлектрическим преобразователем, или иначе термопарой; проводники, составляющие термопару, - термоэлектродами, а места их соединения – спаями.

Термопара может быть применена для измерения температуры. Если один спай термопары, называемый рабочим спаем, поместить в среду с температурой t_1 , подлежащей измерению, а температуру другого – нерабочего – спая поддерживать постоянной, то $f(t_0) = const$ и

$$E_{AB(t_1, t_0)} = f(t_1) - C = f_1(t_1)$$

независимо от того, каким образом произведено соединение термоэлектродов (спайкой, сваркой и т.д.). Последняя взаимосвязь и положена в основу измерения температур при помощи термопар. Таким образом, естественной входной величиной термопары является температура t_1 ее рабочего спая, а выходной величиной термо-э.д.с., которую термопара развивает при строго постоянной температуре t_0 нерабочего спая.

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение термосопротивления.
2. Что относится к факторам, определяющим интенсивность теплообмена проводника со средой.
3. Какие основные требования предъявляют к материалам, применяемым для преобразователей термометров сопро-

тивления.

4. Что называется скорректированным термоэлементом.
5. Назовите преобразователи промышленных термометров сопротивления.
6. . Дайте определение термина термо – Э. Д. С.
7. Назовите материалы, наиболее широко применяемые при изготовлении термопар.
8. Для чего служит и из чего состоит защитная труба термопары по рис. 4.
9. Назовите основные погрешности, свойственные термоэлектрическим преобразователям.
- 10.

Методические указания к темам 7-8

Пирометрические методы измерений температуры охватывают широкий диапазон температур — от 173 до 6000 К, включающий в себя низкие, средние и высокие температуры. Эти методы основаны на определении параметров теплового излучения объекта без нарушения его температурного поля. Тепловое излучение представляет собой электромагнитное излучение, возбуждаемое тепловым движением атомов и молекул в твердых, жидких и газообразных веществах. При температурах выше 4000 К излучение вызывается процессами диссоциации и ионизации.

Теория пирометрических методов измерений температуры основана на законах, устанавливающих связь между излучением абсолютно черного тела (АЧТ) и его температурой. Абсолютно черным телом называется тело, поглощающее все падающее на него излучение и соответственно способное при данной температуре излучать максимальную энергию. Хорошим приближением к АЧТ является закрытая со всех сторон полость с малым отверстием, площадь которого пренебрежимо мала по сравнению с общей поверхностью полости.

Разработка чувствительных приемников инфракрасного (ИК) излучения позволяет применять, пирометрические методы для измерения не только высоких, но и низких температур.

Приборы для измерения температур объектов по их тепловому электромагнитному излучению называются пирометрами.

В зависимости от естественной входной величины пирометры разделяются на пирометры полного излучения (радиационные пирометры), воспринимающие полную (интегральную) энергию Излучения, пирометры частичного излучения (яркостные пирометры), основанные на зависимости от температуры энергетической яркости излучения в ограниченном диапазоне длин волн, и пирометры спектрального отношения (цветовые пирометры), в которых используется зависимость от температуры отношения спектральных плотностей энергетических яркостей на двух или нескольких длинах волн.

Вопросы для самопроверки

1. Что лежит в основе теории, бесконтактного метода измерения температуры?
2. На какие виды, в зависимости от естественной входной величины разделяются пирометры?
3. Назовите основные блоки телескопа радиационного пирометра
4. Для чего нужно звездообразное расположение термопар?
5. Что применяется для увеличения пределов измерения пирометров?
6. Почему погрешности пирометров спектрального отношения меньше, чем у пирометров полного или частичного измерения?

Методические указания к темам 9-10

Основной принцип действия трансформаторных (взаимоиндуктивных) преобразователей состоит в том, что изменение положения подвижного органа, воспринимающего измеряемое перемещение, вызывает изменение взаимной индукции (коэффициента взаимоиנדуктивности) между двумя система-

ми обмоток. К одной из них (первичной, или обмотки возбуждения) подводится переменное напряжение питания U_{\sim} , а с другой (вторичной, или сигнальной) обмотки снимается индуцированное в ней напряжение $U_{\text{вых}}$, зависящее от коэффициента взаимоиנדукции.

В качестве подвижных частей таких преобразователей чаще всего используются сердечник, обмотка и экран.

Основным преимуществом трансформаторных преобразователей является отсутствие гальванической связи между цепями питания и выхода, а также возможность получения выходного сигнала большей величины, чем питающее напряжение.

Вопросы для самопроверки.

1. Каков принцип измерений трансформаторных преобразователей?
2. Каковы конструкции трансформаторных преобразователей их достоинства и недостатки?
3. Каковы источники погрешностей трансформаторных преобразователей?
4. Назовите области применения трансформаторных преобразователей?

Методические указания к темам 11-12.

В основе датчиков э. д. с. Холла лежит явление искривления пути носителей заряда в полупроводниках, находящихся в магнитном поле. Это явление впервые было открыто американским физиком Эдвином Холлом в 1876 г.

Рассмотрим прямоугольную пластину полупроводника с электропроводностью n-типа, расположенную, как показано на рис. 1.

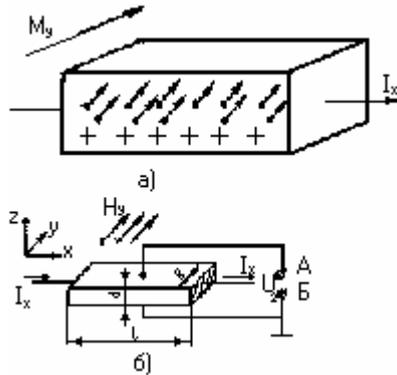


Рис. 1. Схема возникновения Э.Д.С. Холла

В направлении оси x протекает ток I_x от внешнего источника. Пластина помещена в магнитное поле H_y , перпендикулярное направлению тока.

В отсутствие магнитного поля электроны движутся в пластине в направлении электрического поля E_x . В магнитном поле электроны отклоняются под действием силы Лоренца:

$$F = -e(v_x B_y),$$

где e - заряд электрона; B_y - индукция магнитного поля, направленного вдоль оси y ; $v_x = -\mu_n E_x$ - скорость электрона в направлении тока; μ_n - подвижность электронов. Эта сила направлена перпендикулярно как направлению магнитного поля, так и направлению тока (вдоль оси Z , рис. 1). Поэтому электроны смещаются перпендикулярно направлению их первоначального движения. При условиях, показанных на рис. 1, на зажиме А должен быть отрицательный потенциал относительно зажима Б, так как верхняя поверхность полупроводника, к которой отклоняются электроны, будет заряжаться отрицательно, а противоположная поверхность - положительно. Заряды создают в пластине поперечное электрическое поле, названное по имени ученого полем Холла. Процесс образования объемных зарядов у поверхностей прекратится лишь тогда, когда напряженность поля Холла будет полностью компенсировать действие на электроны силы Лоренца.

Вопросы для самопроверки.

1. Сущность эффекта Холла.
2. Принцип действия датчиков Холла.
3. Какие параметры датчиков Холла Вы знаете.
4. Каким образом изготавливаются датчики Холла.
5. Где они применяются.
6. Какие типы датчиков Холла вы знаете.

Методические указания к темам 13-14.

Электростатический преобразователь (ЭС) представляет собой два или несколько тел, между которыми действует электрическое поле.

Простейший ЭС содержит два электрода площадью S , параллельно расположенных на расстоянии δ в среде с диэлектрической проницаемостью ε .

Емкостные преобразователи могут быть использованы при измерении различных неэлектрических величин по четырем направлениям: измеряемая неэлектрическая величина может быть функционально связана либо с δ , либо с S , либо с ε , либо с диэлектрическими потерями конденсатора. В последних двух случаях емкостные преобразователи можно применять для анализа состава вещества. При этом естественной входной величиной преобразователя будет состав вещества, заполняющего пространство между пластинами. Особенно широко емкостные преобразователи этого типа применяются при измерении влажности твердых и жидких тел.

В подавляющем же большинстве случаев практического использования емкостных преобразователей их естественной входной величиной является геометрическое перемещение электродов относительно друг друга.

Они используются в качестве уровнемеров, толщиномеров; для измерения влажности материалов; в качестве дина-

мометров – приборов для измерения давлений сил; для измерения кручения вала; измерения вибраций, ускорений и т. д.

Электростатические преобразователи с изменяющейся емкостью используются в различных датчиках прямого преобразования, а также как преобразователи неравновесия в датчиках уравнивания.

Область применения емкостных преобразователей весьма разнообразна, однако наиболее широко они используются для измерения малых перемещений и величин, легко преобразуемых в перемещение, например давлений.

При современной технологии изготовления датчиков начальный зазор может быть доведен до 5 – 10 мкм и порог чувствительности по перемещению оценивается значениями порядка 10^{-14} м. Все это приводит к тому, что в настоящее время в качестве наиболее высокочувствительных преобразователей в научных исследованиях используются емкостные преобразователи. Наблюдается также тенденция к применению емкостных преобразователей для всех измерений, проводимых в области сверхнизких температур.

Вопросы для самопроверки.

1. На чем основан принцип действия электростатических преобразователей?
2. Какова область применения емкостных преобразователей?
3. Какая существенная погрешность возникает у емкостных преобразователей перемещения при изменении внешних температур?
4. Какие измерительные цепи применяют для работы с емкостными преобразователями?

Методические указания к темам 15-16

Принцип работы ИП основан на изменении самоиндукции катушки (L) при изменении магнитного сопротивления его

магнитной цепи. Изменение магнитного сопротивления происходит в результате изменения параметров воздушного зазора под действием входного сигнала.

Схема простейшего ИП приведена на рис.2 и представляет собой катушку самоиндукции W с ферромагнитным сердечником 1 и якорем 2, отделенным от сердечника воздушным зазором δ . Магнитное сопротивление зазора R_δ измениться в результате изменения величины воздушного зазора δ или его площади поперечного сечения S_δ . Катушка соединена с нагрузкой Z_H и источником переменного напряжения U_\sim .

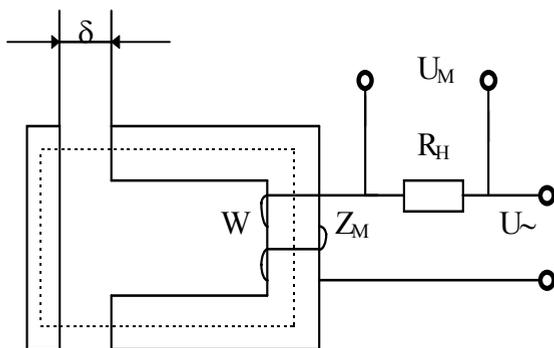


Рис. 2. Схема измерительного преобразователя

ИП применяются, в основном, для контроля размеров измерения деформации деталей.

Одним из основных достоинств ИП является возможность получения большой мощности преобразователя, что позволяет пользоваться сравнительно малочувствительным указателем на выходе измерительной цепи и регистрировать измеряемую переменную величину вибратором осциллографа без предварительного усиления.

Простейшие ИП имеют также и существенные недостатки:

- нереверсивность;
- наличие значительного нулевого сигнала (J_0);
- нелинейность ФП;
- большое тяговое усилие;
- значительный фазовый сдвиг выходного сигнала.

Поэтому они отдельно применяются редко, а являются составной частью дифференциальных конструкций, у которых якорь является общим для обеих половин ИП.

Индукционные преобразователи основаны на использовании явления электромагнитной индукции. Согласно закону электромагнитной индукции, ЭДС в контуре определяется формулой

$$e = -d\psi/dt$$

где ψ — потокосцепление с контуром. .

Таким образом, выходной величиной индукционного преобразователя является ЭДС, а входной — скорость изменения потокосцепления. .

Индукционные преобразователи широко применяются для измерения параметров магнитных полей, частоты вращения, параметров вибрации и сейсмических колебаний, расхода жидких веществ.

Погрешность индукционных преобразователей в значительной степени зависит от режима, в котором они работают. Наибольшая погрешность возникает в режиме, при котором через нагрузку течет значительный ток.

Вопросы для самопроверки.

1. Объясните принцип работы простейшего ИП?
2. Какие недостатки у простейшего ИП?
3. Почему появляется реактивный момент у ИП?
4. Какие требования к материалам магнитопроводов ИП?
5. Каким образом можно уменьшить реактивный момент (усилие) и динамическую погрешность у ИП?

6. Какие основные источники погрешностей у ИП?
7. На чем основан принцип действия индукционных преобразователей?
8. Как измеряются параметры магнитных полей в воздушном пространстве?
9. Как измеряется напряженность магнитного поля при испытании магнитных материалов?
10. Как измеряется магнитная индукция и напряженность неоднородных магнитных полей?

Методические указания к темам 17-18

Магниторезистор представляет собой полупроводниковый резистор, основное свойство которого заключается в способности изменять свое электрическое сопротивление под действием магнитного поля.

Магниторезистивный эффект, или эффект Гаусса, заключается в изменении удельной проводимости полупроводника при изменении воздействующего на него магнитного поля.

Пластина полупроводника помещается во внешнее поперечное магнитное поле, и вдоль нее пропускается ток. Действие силы Лоренца вызывает искривление траектории носителей заряда и приводит к удлинению пути, проходимого носителями между электродами, к которым приложено внешнее электрическое поле, что эквивалентно возрастанию удельного сопротивления полупроводника.

Увеличение сопротивления полупроводника происходит и когда магнитное поле направлено перпендикулярно направлению протекания электрического тока, и когда направление магнитного поля параллельно направлению тока. В первом случае мы имеем дело с поперечным эффектом магнитосопротивления, получившем практическое применение. Второй случай носит название продольного эффекта магнитосопротивления. Практического применения он не нашел из-за слабого изменения сопротивления в магнитном поле.

Магниторезисторы применяются преимущественно в измерительной технике; для измерения магнитной индукции, мощности, в качестве анализатора гармоник. Магниторезисторы находят применение также в схемах удвоения частоты, преобразователей постоянного тока в переменный, в схемах усилителей и генераторов.

Магниторезисторы применяются также в качестве чувствительных элементов бесконтактных переключателей, датчиков линейных перемещений, бесконтактных потенциометров и во многих других областях электронной техники.

Тензорезисторами называют преобразователи, осуществляющие преобразование механических деформаций в изме-

нение электрического сопротивления, т.е. преобразователи, основанные на тензоэффекте.

Как следует из определения, измерения деформаций с помощью тензорезисторов основано на тензоэффекте. Тензоэффектом называется свойство проводниковых и полупроводниковых материалов изменять электропроводность (электрическое сопротивление) при изменении объёма или напряжённого состояния.

У полупроводников материалов тензоэффект связан со значительным изменением удельного сопротивления; знак тензоэффекта зависит от типа проводимости полупроводникового материала, а величина – от кристаллографического направления. Наиболее сильно тензорезистивный эффект выражен в полупроводниковых кристаллах германия и кремния. Для создания полупроводниковых тензорезистивных элементов применяются преимущественно кремний, поскольку он, по сравнению с германием, имеет более высокую тензочувствительность, большую механическую прочность и выдерживает более высокие температуры. Тензометрические свойства кремния анизотропны и зависят от кристаллографических направлений. Наибольшей тензочувствительностью обладают тензорезисторы, у которых направление деформации совпадает с кристаллографическим направлением.

Вопросы для самопроверки.

1. Какова сущность магниторезистивного эффекта.
2. Каков принцип действия магниторезисторов.
3. Где применяются магниторезистивные преобразователи?
4. Какие характеристики магниторезисторов Вы знаете?
5. Дайте определение тензорезистора?
6. Укажите какие физические величины позволяют измерять тензорезисторы.

7. Назовите основные типы используемых тензорезисторов и их конструктивных исполнений.

8. Перечислите основные параметры и характеристики тензорезисторов.

9. Дайте сравнительную оценку проводниковым и полупроводниковым тензорезисторам.

10. Перечислите основные погрешности измерения тензорезисторами и способы устранения их влияния.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Турецкий А.В. / Физические основы получения информации: Учеб. пособие. [Текст] / А.В. Турецкий, В.А. Шуваев -Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. Ч.1 -117 с.

2. Турецкий А.В. / Физические основы получения информации: учеб. пособие [Текст] / А.В. Турецкий, В.А. Шуваев Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012. Ч.2. 105 с.

3. Шишмарев В.Ю. Физические основы получения информации: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования [Текст] / В.Ю. Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 448 с.

4. Левшина Е.С. Электрические измерения физических величин. Измерительные преобразователи [Текст] / Е.С.Левшина, П.В.Новицкий. – Л: Энергоатомиздат, 1983. -198 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Цели освоения дисциплины.....	1
2 Место дисциплины в структуре ООП ВПО	1
3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	2
4 Структура и содержание дисциплины.....	4
4.1 Лекции	5
4.2 Практические занятия.....	7
4.3 Лабораторные работы.....	8
4.4 Курсовая работа.....	9
4.5 Самостоятельная работа студента (СРС).....	11
5. Программа курса, методические указания и вопросы для самопроверки	15
Библиографический список.....	33

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по самостоятельной работе по дисциплине
«Физические основы получения информации»
для студентов направления 12.03.01
«Приборостроение» (профиль «Приборостроение»)
всех форм обучения

Составители:
Турецкий Андрей Владимирович
Ципина Наталья Викторовна
Шуваев Владимир Андреевич

В авторской редакции

Компьютерный набор А.В. Турецкого

Подписано к изданию 30.09.2015
Уч.-изд. л. 2,0. «С»

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный
технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14