

Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор (первый проректор)  
УО «ГГТУ им. П.О. Сухого»

(подпись)

«РБ»

Регистрационный № УДз 165-5/р

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ  
(название дисциплины)

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

для специальности 1 – 36 04 02 «Промышленная электроника»  
(шифр и название специальности)

Заочный факультет

(название факультета)

Кафедра «Промышленная электроника»

(название кафедры)

Курс 4

Семестр 7, 8

Лекции 6 (часы)

Экзамен 8  
(семестр)

Практические (семинарские)  
занятия - (часы)

Зачет -  
(семестры)

Лабораторные  
занятия 4 (часы)

Комплексный  
курсовой проект 8

Всего аудиторных часов  
по дисциплине 10

Всего часов  
по дисциплине 152

Форма получения  
высшего образования заочная сокращ.

Составитель: Владимир Александрович Карпов, к.т.н., доцент

2011

КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

*AB*

Учебная программа составлена на основе учебной программы дисциплины  
(название типовой учебной  
СИ в ПЭ от 08.06.10 г., рег. № УД-274/Уч.  
программы, дата утверждения, регистрационный №)

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры  
«Промышленная электроника»  
(название кафедры)

« 25 » 05 2011  
Номер протокола 10  
Заведующий кафедрой  
Крышнев Ю.В. Ю.В.  
(ф.и.о., подпись)

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом  
факультета (вуза)

УДЗ-024-16р

« 29 » 06 2011  
Номер протокола 7  
Председатель Сычев А.В.  
(ф.и.о., подпись)

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цели и задачи учебной дисциплины.

Цель изучения учебной дисциплины – овладение навыками проведения специальных измерений в промышленных условиях.

Задачи дисциплины – приобретение знаний и навыков в области специальных измерений, т.е. тех измерений, которые требуют углубленного знания объекта измерения, специфики проявления информационного параметра, его выявление и идентификацию на фоне дестабилизирующих факторов.

### 1.2. Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины.

В результате освоения дисциплины «Специальные измерения в промышленной электронике» студент

#### **должен знать:**

- основные физические принципы, в соответствии с которыми функционируют объекты измерения;
- основные физические принципы, заложенные в средство измерения;
- влияние дестабилизирующих факторов на объект измерения – на измерительный преобразователь;
- способы составления уравнения преобразования и оценки ожидаемой точности измерения;
- нормативную базу, регламентирующую параметры средств измерения;

#### **должен уметь:**

- пользоваться нормативными документами, регламентирующими порядок проведения измерений и поддержания их точности на заданном уровне;
- пользоваться справочными данными, несущими информацию о технических параметрах средств измерения;
- составлять эквивалентные схемы объекта измерения, увязывать их с измерительными схемами, оценивать погрешность измерения в реальных условиях эксплуатации.

1.3. Программа дисциплины рассчитана на объем 152 учебных часа, из них аудиторных – 10 часов (аудиторных для дневного обучения – 64 часа). Примерное распределение учебных часов по видам занятий: лекций – 6 часов; лабораторных работ – 4 часа.

## 2. Содержание учебного материала

### 2.1. Лекционные занятия

№ п.п.	Название темы, содержание лекции	Объем в часах
<b>Седьмой семестр</b>		
<b>Раздел 1. Измерение расхода в промышленности. Общие положения. Основные типы расходомеров.</b>		
1.	Основные понятия расходомерии. Роль и место измерения расхода материальных сред. Основные типы расходомеров. Расходомер переменного перепада давления. Вихревой расходомер. Турбинный расходомер. Расходомер с мерным объемом. Расходомер постоянного перепада давления. Электромагнитный расходомер. Сравнение расходомеров. Особенности использования. Достоинства, недостатки	
<b>Раздел 2. Электромагнитные расходомеры. Способы построения электромагнитных датчиков и измерительных преобразователей.</b>		
2.	История развития электромагнитного принципа измерения расхода. Способы питания электромагнитного датчика. Обзор способов построения измерительных преобразователей для электромагнитных датчиков расхода. Способы компенсации квадратурных составляющих выходного сигнала электромагнитного датчика. Способы компенсации влияния электрохимической Э.Д.С. Эквивалентная схема замещения электромагнитного датчика расхода. Влияние помех общего и нормального видов.	2
<b>Раздел 3. Термохимические газоанализаторы.</b>		
3.	Термоэлементы прямого подогрева. Принцип действия термохимического датчика. Особенности его использования. Область применения. Измерительные схемы термохимического датчика. Мостовая, авторегуляторная, астатическая. Способы построения измерительных цепей газоанализаторов и газосигнализаторов. Уравнение теплового баланса термоэлементов прямого подогрева. Компенсация влияния изменения температуры окружающего воздуха. Использование термоэлементов прямого подогрева для измерения скорости потока, расхода, давления и плотности. Использование термохимического датчика для анализа отходящих дымовых газов в теплоэнергетических установках.	2
<b>Раздел 4. Способы защиты от помех общего и нормального видов.</b>		
4.	Основные причины появления помех общего и нормального видов на примере электромагнитных датчиков, термохимических преобразователей и термоэлектрических преобразователей. Способы оценки помехозащищенности измерительных преобразователей. Коэффициенты подавления помех общего и нормального видов, эффективный коэффициент помехозащищенности. Способы защиты от помех. Симметричный вход, гальваническое разделение, фильтрация.	2
Итого: 7 семестр		6
<b>Всего за учебный год</b>		<b>6</b>

## 2.2. Лабораторные занятия

№ п.п.	Название темы, содержание лекции	Объем в часах
Седьмой семестр		
1.	Исследование корректора нелинейности для расходомера переменного перепада давления.	1
2.	Исследование влияния помех общего и нормального видов на входные цепи измерительных преобразователей.	1
3.	Исследование способов защиты входных цепей от помех общего и нормально-го видов.	1
4.	Исследование корнеизвлекающего устройства для расходомера переменного перепада давления.	1
5.	Исследование стабилизатора переменного напряжения на оптроне	-
6.	Измерение параметров схемы замещения электромагнитного датчика расхода	-
Итого: 7 семестр		4
<b>Всего за учебный год</b>		<b>4</b>

## 2.3. Комплексный курсовой проект

В рамках комплексного курсового проекта необходимо на базе определенного вычислительного элемента (микроконтроллера, ЦСП, ПЛИС) реализовать требуемый алгоритм ввода измерительной информации, ее математической обработки и вывода на индикатор в требуемом формате. Предусмотреть возможность записи в память требуемого объема измерений. Разработать программу передачи измерительной информации по одному из интерфейсов.

Методические указания – [24].

### 3. Учебно-методическая карта дисциплины

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				самостоятельная работа студента	материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	литература	форма контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	<b>СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ (64ч.)</b>	6		4	54				
	<b>Измерение расхода в промышленности. Общие положения. Основные типы расходомеров. (20 ч.)</b>			1	19				
	Основные понятия расходомерии. Роль и место измерения расхода материальных сред. Основные типы расходомеров. Расходомер переменного перепада давления. Вихревой расходомер. Турбинный расходомер. Расходомер с мерным объемом. Расходомер постоянного перепада давления. Электромагнитный расходомер. Сравнение расходомеров. Особенности использования. Достоинства, недостатки.			1	19	[2],[20] [22; 23]	[1÷3],[5] [9÷13]	Защита отчетов по лаб. работам	
	<b>Электромагнитные расходомеры (14 ч.)</b>	2		1	11				

					2	1	11	[2],[21] [23]	[1÷3],[11] [5]	Защита отчетов по лаб. рабо- там
	История развития электромагнитного принципа измерения расхода. Способы питания электромагнитного датчика. Обзор способов построения измерительных преобразователей для электромагнитных датчиков расхода. Способы компенсации квадратурных составляющих выходного сигнала электромагнитного датчика. Способы компенсации влияния электрохимической Э.Д.С. Эквивалентная схема замещения электромагнитного датчика расхода. Влияние помех общего и нормального видов.				2	1	9			
	<b>Термохимические газоанализаторы (12 ч.)</b>				2	1	9			
	Термоэлементы прямого подогрева. Принцип действия термохимического датчика. Особенности его использования. Область применения. Измерительные схемы термохимического датчика. Мостовая, авторегуляторная, астатическая. Способы построения измерительных цепей газоанализаторов и газосигнализаторов. Уравнение теплового баланса термоэлементов прямого подогрева. Компенсация влияния изменения температуры окружающего воздуха. Использование термоэлементов прямого подогрева для измерения скорости потока, расхода, давления и плотности. Использование термохимического датчика для анализа отходящих дымовых газов в теплоэнергетических установках.				2	1	9	[22], [23]	[2]	Защита отчетов по лаб. рабо- там
	<b>Помехи общего и нормального вида (18 ч.)</b>				2	1	15			
	Основные принципы появления помех общего и нормального видов на примере электромагнитных датчиков, термохимических преобразователей и термоэлектрических преобразователей. Способы оценки помехозащищенности измерительных преобразователей. Коэффициенты подавления помех общего и нормального видов, эффективный коэффициент помехозащищенности. Способы защиты от помех. Симметричный вход, гальваническое разделение, фильтрация.				2	1	15	[20] [22]	[3], [4]	Защита отчетов по лаб. рабо- там

## 4. Информационно-методическая часть

### 4.1. Основная литература

1. Измерения в промышленности. Справ. издат. в 3-х томах./пер.с нем./ под. ред. Профоса П. – 2-е изд. – М.: Металлургия, 1990
2. Карпов В.А. Электромагнитные расходомеры: Учебное пособие по курсу МТНЭ. – Гомель: ГПИ, 1998. – 70с.(2265).
3. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества. – Л.: Машиностроение, 1989.
4. Тарасова В.Н. Металлические терморезистивные преобразователи горючих газов. – Киев: Наук. Думка, 1988
5. Ханазваров К.И., Цейтман В.Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара. – М.: Издательство стандартов, 1990.
6. Мишустин В.И. Современное состояние метрологического обеспечения измерений тепловой энергии в системах теплоснабжения. – Измерительная техника, 1992, №6, с.34-35.
7. Проектирование датчиков для измерения механических величин/ Под. ред. Е.П. Осадчего. – М.:Машиностроение, 1979.

### 4.2. Дополнительная литература

8. Кирасиров А.Ф., Карпов В.А. Измерительные цепи рН-метров. – Гомель: ИПП "Сож", 1997.
9. ГОСТ 15528-86. Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкости или газа. Термины и определения.
10. ГОСТ 28723-90. Расходомеры скоростные, электромагнитные и вихревые. Общие технические требования и методы испытаний.
11. ГОСТ 8.320-78. Расходомеры электромагнитные. Методы и средства поверки.
12. ГОСТ 28066-89. Счетчики жидкости камерные ГСП. Общие технические условия.
13. ГОСТ 6019-83. Счетчики жидкости крыльчатые. Общие технические условия.
14. ГОСТ 6651-94. Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний.
15. ГОСТ 3044-84. Преобразователи термоэлектрические. Номинальные статические характеристики.
16. ГОСТ 13384-81. Преобразователи измерительные для термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления ГСП. Общие технические требования.
17. ГОСТ 27540-78. Сигнализаторы горючих газов и паров термохимические. Общие технические условия.
18. ГОСТ 16217-83. Датчики силы тензорезисторные. Термины и определения.



19. ГОСТ 28836-90. Датчики силоизмерительные тензорезисторные. Общие технические требования и методы испытаний.

20. ГОСТ 20420-75. Тензорезисторы. Термины и определения.

#### **4.3. Учебно-методические комплексы**

—

#### **4.4. Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний, материалов и технических средств обучения**

21. Карпов В.А., Мурашко С.А. Измерительные схемы датчиков физических величин. Помехоустойчивость входных цепей измерительных преобразователей: лаб. Практикум по курсу «Специальные измерения в промышленной электронике» для студентов специальности 1-36 04 02., Промышленная электроника. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2006 г. (м/у № 3320).

22. Карпов В.А., Мурашко С.А. Методические указания к выполнению лабораторных работ № 4-6. Электронный вариант.

23. Карпов В.А., Ковалев А.В. Сборник задач по дисциплине специальные измерения. Измерительные цепи резистивных датчиков. Электронный вариант.

24. Комплексный курсовой проект по дисциплинам специализации «Микроэлектронные и микропроцессорные управляющие и информационные устройства»: методические указания для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» специализации специализации «Микроэлектронные и микропроцессорные управляющие и информационные устройства» дневной и заочной форм / Ю.В. Крышнев [и др.]- Гомель: УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», 2010. (м/ук №3945).

*Список литературы сверен с оц / сохолова*

**5. Протокол согласования учебной программы по изучаемой учебной дисциплине с другими дисциплинами специальности**

Название дисциплины, изучение которой связано с дисциплиной рабочей программы	Кафедра, обеспечивающая изучение этой дисциплины	Предложение кафедры об изменениях в содержании рабочей программы	Принятое решение кафедрой, разработавшей рабочую программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
1. Аналоговая электроника	Промышленная электроника	<i>Ю.В.</i>	протокол № 10 от 25.05.2011
2. Микроэлектроника и микросхемотехника	Промышленная электроника	<i>Ю.В.</i>	протокол № 10 от 25.05.2011
3. САПР устройств промышленной электроники	Промышленная электроника	<i>Ю.В.</i>	протокол № 10 от 25.05.2011
4. Электронные промышленные устройства	Промышленная электроника	<i>Ю.В.</i>	протокол № 10 от 25.05.2011
6. Методы и техника научного эксперимента	Промышленная электроника	<i>Ю.В.</i>	протокол № 10 от 25.05.2011
7. Метрология, стандартизация и сертификация в электронике	Промышленная электроника	<i>Ю.В.</i>	протокол № 10 от 25.05.2011

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

*Ю.В.*

Ю.В. Крышнев

(Ф.И.О., подпись)

**6. Дополнения и изменения к учебной программе по изучаемой учебной дисциплине на 2012 / 2013 учебный год**

№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Промышленная электроника» без изменений 28.06. 2012, протокол № 12.

Заведующий кафедрой «Промышленная электроника»

Крышнев Ю.В.

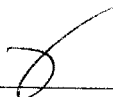


(ФИО, подпись)

УТВЕРЖДАЮ

Декан заочного факультета

Лычев П.В.



(ФИО, подпись)