

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

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

(подпись)  
«2» 06 авг  
Регистрационный № УДз-184-5/р

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ  
(название дисциплины)

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

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

Факультет автоматизированных и информационных систем  
(название факультета)

Кафедра «Промышленная электроника»  
(название кафедры)

Курс 5, 6

Семестр 10, 11

Лекции 8 (часы)

Экзамен 11  
(семестр)

Практические (семинарские)  
занятия 6 (часы)

Зачет \_\_\_\_\_  
(семестры)

Лабораторные  
занятия 7 (часы)

Курсовой проект (работа) ККП (11)  
(коллективной)

Всего аудиторных часов  
по дисциплине 14

Всего часов  
по дисциплине 152

Форма получения  
высшего образования заочная

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

Учебная программа составлена на основе учебной программы дисциплины  
(название типовой учебной  
СИ в ПЭ от 08.06.2010, регистрационный номер УД 274/уч  
программы, дата утверждения, регистрационный №)

« 11 » 05 2012

Номер протокола 11

Заведующий кафедрой

Крышнев Ю.В.

(ф.и.о., подпись)

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

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом  
факультета (вуза) *УДЗ-044-16р*

« 4 » 06 2012

Номер протокола 5

† Председатель

Сычев А.В.

(ф.и.о., подпись)

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цели и задачи учебной дисциплины.

Учебная программа «Специальные измерения в промышленной электронике» по специальности 1-36 04 02 Промышленная электроника разработана в соответствии с Образовательным стандартом ОСРБ 1-36 04 02-2008 и учебным планом специальности № 1 36-07/уч от 28.05.2008.

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 часов, из них аудиторных – 14 (аудиторных для дневного обучения – 64). Примерное распределение учебных часов по видам занятий: лекций – 8 часов; практических занятий – 6 часа.

## 2. Содержание учебного материала

### 2.1. Лекционные занятия

№ п.п.	Название темы, содержание лекции	Объем в часах
Десятый семестр		
<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	2
<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. Газоанализаторы на основе термохимического принципа действия.</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. Помехи 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: 10 семестр		8
<b>Всего за учебный год</b>		<b>8</b>

## 2.2. Практические занятия

№ п.п.	Название темы, содержание лекции	Объем в часах
1	2	3
<b>Одиннадцатый семестр</b>		
1.	Расчет помехоустойчивости измерительного преобразователя для электромагнитного датчика расхода.	1
2.	Расчет измерительной цепи для электромагнитного датчика расхода.	1
3.	Расчет измерительных преобразователей для термоэлементов прямого подогрева.	2
4.	Расчет помехозащищенности измерительных преобразователей для термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей.	2
<b>Итого: 11 семестр</b>		<b>6</b>
<b>Всего за учебный год</b>		<b>6</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 информации. Разработать программу передачи измерительной информации по одному из интерфейсов.

Методические указания – [25].

### 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	и др.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	<b>СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ (64)</b>	8 ✓	6 ✓	-	50 ✓				
	<b>Измерение расхода в промышленности (16ч.)</b>	2	1		13				
	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.	2	1		13	[2],[20] [22; 23]	[1÷3],[5] [9÷13]	Защита отчетов по лаб. работам	
	<b>Электромагнитные расходомеры (16ч.)</b>	2	1		13				
	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		13	[2],[21] [23]	[1÷3],[11] [5]	Защита отчетов по лаб. работам	
	<b>Газоанализаторы и газоанализаторы на основе термохи-</b>	2	2		12				

	<p><b>мического принципа действия (16ч.)</b></p> <p>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.</p>	2	2	12	[22], [23]	[2]	Защита отчетов по лаб. работам
	<p><b>Помехи общего и нормального вида (16ч.)</b></p> <p>Основные принципы появления помех общего и нормального видов на примере электромагнитных датчиков, термохимических преобразователей и термoeлектрических 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.</p>	2	2	12	[20] [22]	[3], [4]	Защита отчетов по лаб. работам

## 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. Ханазаров 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.

8. Михеев В.П., Просандеев А.В. Датчики и детекторы. Москва, издательство МИФИ. – 2007. – 294 с.

### 4.2. Дополнительная литература

9. Кирасиров А.Ф., Карпов В.А. Измерительные цепи рН-метров. – Гомель: ИПП "Сож", 1997.

10. ГОСТ 15528-86. Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкости или газа. Термины и определения.

11. ГОСТ 28723-90. Расходомеры скоростные, электромагнитные и вихревые. Общие технические требования и методы испытаний.

12. ГОСТ 8.320-78. Расходомеры электромагнитные. Методы и средства поверки.

13. ГОСТ 28066-89. Счетчики жидкости камерные ГСП. Общие технические условия.

14. ГОСТ 6019-83. Счетчики жидкости крыльчатые. Общие технические условия.

15. ГОСТ 6651-94. Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний.

16. ГОСТ 3044-84. Преобразователи термоэлектрические. Номинальные статические характеристики.

17. ГОСТ 13384-81. Преобразователи измерительные для термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления ГСП. Общие технические требования.

18. ГОСТ 27540-78. Сигнализаторы горючих газов и паров термохимические. Общие технические условия.



19. ГОСТ 16217-83. Датчики силы тензорезисторные. Термины и определения.

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

21. 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

22. 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).

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

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

25. 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 «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 [подпись] Лахманова Т.С.*

**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. Электронные цепи непрерывного действия	Промышленная электроника	<i>Ю.В. Крышнев</i>	протокол № 11 от 11.05.2012
2. Микроэлектроника и микросхемотехника	Промышленная электроника	<i>Ю.В. Крышнев</i>	протокол № 11 от 11.05.2012
3. САПР устройств промышленной электроники	Промышленная электроника	<i>Ю.В. Крышнев</i>	протокол № 11 от 11.05.2012
4. Электронные промышленные устройства	Промышленная электроника	<i>Ю.В. Крышнев</i>	протокол № 11 от 11.05.2012
6. Методы и техника научного эксперимента	Промышленная электроника	<i>Ю.В. Крышнев</i>	протокол № 11 от 11.05.2012
7. Метрология, методы и приборы электрических измерений	Промышленная электроника	<i>Ю.В. Крышнев</i>	протокол № 11 от 11.05.2012

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

*Ю.В. Крышнев*

Ю.В. Крышнев

(Ф.И.О., подпись)