

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ГГТУ им. П.О.Сухого


А.А. Бойко

15. 12. 2015

Регистрационный № УД~~маг~~-10/уч.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Учебная программа учреждения высшего образования (II степень)
по учебной дисциплине для специальности

1-41 80 02 «Технология и оборудование для производства
полупроводников, материалов и приборов электронной техники»

Учебная программа составлена на основе:

- образовательного стандарта ОСВО 1-41 80 02-2012;
- учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-41 80 02 «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники» № I 41-2-04/уч. от 17.09.2013, № I 41-2-04/уч от 14.02.2014.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.А. Карпов, доцент кафедры «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», к.т.н., доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Н.Н. Ковалев, заместитель директора по специальной технике ОАО «Гомельский радиозавод»;

В.С. Захаренко, зав. кафедрой «Автоматизированный электропривод» Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого»

(протокол № 3 от 15.10.2015);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 4 от 30.11.2015);

УДЗ-05-19/20

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 08.12.2015).

Введение

Преподавание учебной дисциплины «Проектирование информационно-измерительных преобразователей» осуществляется в соответствии с требованиями к формированию академических, социально-личностных и профессиональных компетенций магистра. Содержание дисциплины ориентировано на формирование умений и навыков научно-педагогической и научно-исследовательской работы.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины: изучение методов проектирования измерительных преобразователей для датчиков физических величин.

Основные задачи дисциплины:

- изучение современных датчиков физических величин;
- изучение измерительных преобразователей для датчиков физических величин;
- изучение современных информационных технологий как инструмента для проектирования измерительных преобразователей и анализа метрологических качеств.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами

Учебная дисциплина «Проектирование информационно-измерительных преобразователей» входит в состав компонента учреждения образования цикла дисциплин специальной подготовки учебных планов № I 53-2-07/уч. от 17.09.2013, № I 53-2-07/уч. от 14.02.2014.

Требования к освоению учебной дисциплины

После изучения дисциплины подготавливаемый специалист должен соответствовать следующим требованиям к его компетентности:

академические компетенции:

- АК-1 – способность к самостоятельной научно-исследовательской деятельности (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.), готовность генерировать и использовать новые идеи;
- АК-2 – методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности;
- АК-3 – способность к постоянному самообразованию;

социально-личностные компетенции:

- СЛК-2 – быть способным к сотрудничеству и работе в команде;
- СЛК-3 – владеть коммуникативными способностями для работы в междисциплинарной и международной среде;

профессиональные компетенции:

- ПК-НП-1 – проводить учебные занятия в учреждениях среднего специального и высшего образования;
- ПК-НП-3 – осваивать и внедрять в учебный процесс инновационные образовательные технологии;
- ПК-И-1 – обосновывать, разрабатывать и реализовывать инновационные проекты в сфере своей профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины «Проектирование информационно-измерительных преобразователей» обучаемый должен

знать:

- физические принципы построения датчиков физических величин, конструктивные особенности, влияющие на метрологические характеристики, основные влияющие величины;
- способы моделирования и оптимизации измерительных цепей преобразователей;

уметь:

- характеризовать основные достоинства и недостатки измерительных преобразователей для измерения физических величин;
- характеризовать области применимости датчиков для измерения тех или иных физических величин;
- анализировать физические процессы, лежащие в основе действия современных датчиков физических величин;
- анализировать метрологические свойства измерительных преобразователей;

приобрести навыки:

- моделирования и оптимизации схем измерительных преобразователей по точности, быстродействию и чувствительности;
- составления эквивалентных схем замещения взаимодействия датчика и измерительного преобразователя.

Общее количество часов по дисциплине соответствии с учебным планом составляет 168 часов. Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах – 4,0. Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме экзамена.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Дневная форма обучения:

Курс – 1

Семестр – 1

Лекции – 34 часов

Лабораторные занятия – 20 часов

Всего аудиторных занятий – 54 часа

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен – 1 семестр

Заочная форма обучения:

Курс – 3

Семестр – 2/3

Лекции – 10 часов

Лабораторные занятия – 8 часов

Всего аудиторных занятий – 18 часов

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен – 3 семестр

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Физические законы, лежащие в основе работы датчиков физических величин.

Тема 1.1. Физические основы работы потенциометрических, тензорезистивных, магнитострикционных датчиков.

Уравнение Нерста, инструментальные основы создания датчиков измерения активности ионов в растворе. Тензорезисторный эффект, тензорезисторы. Магнитострикционный эффект, магнитострикционные материалы.

Тема 1.2. Физические основы работы гальваномагнитных, пьезоэлектрических и микромеханических датчиков.

Эффект Холла, датчики на основе эффекта Холла. Магниторезистивный эффект, магниторезистивные датчики. Пьезоэлектрический эффект, пьезоэлектрические датчики. Микромеханические датчики.

Раздел 2. Электрохимические датчики, измерительные преобразователи для электрохимических датчиков.

Тема 2.1. Измерительные цепи рН-метрических измерительных преобразователей.

Математические модели электрохимических датчиков. Эквивалентная схема замещения датчика. Особенности построения измерительной цепи, учет основных влияющих факторов в уравнении преобразования.

Тема 2.2. Помехи в рН-метрических преобразователях.

Способы уменьшения влияния электростатической помехи и утечек силового трансформатора. Способы настройки измерительной цепи на конкретные параметры датчика.

Раздел 3. Резистивные датчики, измерительные преобразователи для резистивных датчиков.

Тема 3.1. Измерительные цепи резистивных датчиков.

Способы построения измерительной цепи для резистивных датчиков, полумостовая, мостовая схемы. Способы соединения датчиков с измерительным преобразователем, двухпроводная, трехпроводная, четырехпроводная схемы.

Тема 3.2. Измерительные цепи датчиков прямого подогрева.

Измерительные схемы для резистивных датчиков прямого подогрева, с постоянным током, с постоянным сопротивлением, с постоянной мощностью. Уравнение преобразования для основных измерительных схем.

Раздел 4. Емкостные датчики, измерительные преобразователи для емкостных датчиков.

Тема 4.1. Основные типы емкостных датчиков.

Емкостные датчики с изолированными электродами, с заземленным электродом, дифференциальные емкостные датчики, емкостные датчики с бесконтактным съемом информации.

Тема 4.2. Измерительные цепи емкостных датчиков.

Измерительные схемы емкостных датчиков. Формирование требуемого информативного параметра. Особенности работы на переменном токе и при импульсном питании. Способы повышения чувствительности и помехоустойчивости.

Раздел 5. Магнитные датчики, измерительные преобразователи для магнитных датчиков.

Тема 5.1. Измерительные цепи гальваномагнитных датчиков.

Измерительные цепи для датчиков Холла, магниторезистивных датчиков. Особенности формирования уравнения преобразования. Влияние температуры окружающей среды и способы ее компенсации.

Тема 5.2. Дифференциальный способ повышения характеристик датчиков.

Использование дифференциальных элементов при построении датчиков. Расширение диапазона преобразования, чувствительности, линейности и температурной стабильности.

Раздел 6. Электромагнитные датчики, измерительные преобразователи для электромагнитных датчиков.

Тема 6.1. Обзор измерительных цепей для электромагнитных датчиков.

Измерительные цепи для электромагнитных датчиков расхода, для дифференциально-трансформаторных датчиков, для дифференциальных индуктивных датчиков. Эквивалентные схемы замещения датчиков.

Тема 6.2. Уравнения преобразования электромагнитных датчиков.

Определение эквивалентных параметров магнитных конструктивных элементов датчиков. Составление уравнения преобразования с учетом магнитных свойств используемых элементов. Способы формирования информативного параметра.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Физические законы, лежащие в основе работы датчиков физических величин	6			4			
1.1	Физические основы работы потенциометрических, тензорезистивных, магнитострикционных датчиков	3			4			Опрос, защита л/р
1.2	Физические основы работы гальваноманнитных, пьезоэлектрических и микромеханических датчиков	3						Опрос
2.	Электрохимические датчики, измерительные преобразователи для электрохимических датчиков	6						
2.1	Измерительные цепи рН-метрических измерительных преобразователей	4						Опрос
2.2	Помехи в рН-метрических преобразователях	2						Опрос
3.	Резистивные датчики, измерительные преобразователи для резистивных датчиков	6			6			
3.1	Измерительные цепи резистивных датчиков	4			6			Опрос
3.2	Измерительные цепи датчиков прямого подогрева	2						Опрос
4.	Емкостные датчики, измерительные преобразователи для емкостных датчиков	6			6			
4.1	Основные типы емкостных датчиков	3						Опрос
4.2	Измерительные цепи емкостных датчиков	3			6			Опрос, защита л/р

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	Магнитные датчики, измерительные преобразователи для магнитных датчиков	6						Опрос
5.1	Измерительные цепи гальваномантных датчиков	2						Опрос
5.2	Дифференциальный способ повышения характеристик датчиков	4						Опрос
6.	Электромагнитные датчики, измерительные преобразователи для электромагнитных датчиков	4			4			
6.1	Обзор измерительных цепей для электромагнитных датчиков	2			4			Опрос, защита л/р
6.2	Уравнения преобразования электромагнитных датчиков	2						Опрос
	Текущая аттестация							Экзамен
	Итого	34			20			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Физические законы, лежащие в основе работы датчиков физических величин	2			2			
1.1	Физические основы работы потенциометрических, тензорезистивных, магнитострикционных датчиков	1			2			Опрос, защита л/р
1.2	Физические основы работы гальваномагнитных, пьезоэлектрических и микромеханических датчиков	1						Опрос
2.	Электрохимические датчики, измерительные преобразователи для электрохимических датчиков	2						
2.1	Измерительные цепи рН-метрических измерительных преобразователей	1						Опрос
2.2	Помехи в рН-метрических преобразователях	1						Опрос
3.	Резистивные датчики, измерительные преобразователи для резистивных датчиков	2			4			
3.1	Измерительные цепи резистивных датчиков	1			4			Опрос
3.2	Измерительные цепи датчиков прямого подогрева	1						Опрос
4.	Емкостные датчики, измерительные преобразователи для емкостных датчиков	1			2			
4.1	Основные типы емкостных датчиков	1						Опрос
4.2	Измерительные цепи емкостных датчиков				2			Опрос, защита л/р

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	Магнитные датчики, измерительные преобразователи для магнитных датчиков	2						Опрос
5.1	Измерительные цепи гальваномагнитных датчиков	1						Опрос
5.2	Дифференциальный способ повышения характеристик датчиков	1						Опрос
6.	Электромагнитные датчики, измерительные преобразователи для электромагнитных датчиков	1						
6.1	Обзор измерительных цепей для электромагнитных датчиков	1						Опрос
6.2	Уравнения преобразования электромагнитных датчиков							Опрос
	Текущая аттестация							Экзамен
	Итого	10			8			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Фрайден Д.Ж. Современные датчики. Справочник. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с., ил.
2. Рахтор Т.С. Цифровые измерения. Методы и схемотехника. – М.: Техносфера, 2004. – 376 с., ил.
3. Котюк А.Ф. Датчики в современных измерениях. - М.: Радио и связь, 2006. – 96 с., ил.

Дополнительная литература

4. Клокова Н.П. Тензорезисторы. – М.: Машиностроение, 1990. – 224 с., ил.
5. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. – М.: Техносфера, 2007. – 384 с., ил.
6. Аш Ж. Датчики измерительных систем. Кн. 1. Пер. с франц. – М.: Мир, 1992. – 480 с., ил.
5. Аш Ж. Датчики измерительных систем. Кн. 2. Пер. с франц. – М.: Мир, 1992. – 424 с., ил.
8. Методы практического конструирования при нормировании сигналов с датчиков. – URL: <http://www.autexspb.da.ru>.
9. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8. – М.: Горячая линия – телеком, 2007. – 464 с., ил.
10. Проектирование датчиков для измерения механических величин / Под ред. Е.П. Осадчего. – М.: Машиностроение, 1979. – 480с., ил.
11. Арбузов В.П. Измерительные преобразователи систем управления. – Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ. – 2002. – 88 с., ил.
12. Арбузов В.П. Измерительные цепи емкостных датчиков: Учеб. пособие. – Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ. – 2002. – 134с., ил.
13. Арбузов В.П. Структурные методы повышения точности измерительных цепей емкостных и индуктивных датчиков. – Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ. – 2008. – 230 с., ил.
14. Датчик перемещения для гидравлических систем. Патент на полезную модель №6504, зарегистрированный 03.06.2010 в реестре полезных моделей Республики Беларусь / В.А. Карпов, А.В. Ковалев, Д.А. Литвинов / Заявитель СООО «Гомельский приборостроительный завод». Дата подачи заявки 16.12.2009.
15. Анализ простейших активных мостовых схем для резистивных датчиков В.А. Карпов, А.В. Ковалев, О.М. Ростоккина // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. – № 1. – С. 34–40.
16. Анализ активных резистивных мостовых схем с нулевым уровнем синфазной составляющей в измерительной диагонали. В.А. Карпов, А.В. Ковалев, О.М. Ростоккина, А.В. Карпов // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. – № 3. – С.68 – 75.

17. Повышение температурной стабильности измерительных преобразователей с датчиками Холла. А.В. Ковалев, Д.А. Литвинов, А.В. Карпов // Современные проблемы машиноведения, энергетики и управления: тез. докл. IX Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 25–26 окт. 2012 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, ОАО «ОКБ Сухого»; под общ. ред. С. И. Тимошина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. – С. 112 – 113.

18. Система управления электропропорциональным магнитом с датчиком положения на эффекте Холла. А. В. Ковалев, В. А. Карпов, В. А. Черехун, А. В. Карпов // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. X Междунар. науч.- техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 23–24 окт. 2014 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, ОАО «Компания «Сухой» ; под общ. ред. С. И. Тимошина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – С. 92 - 93.

19. Карпов, В. А. Анализ простейших активных мостовых схем для резистивных датчиков / В. А. Карпов, А. В. Ковалев, О. М. Ростоккина // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2012. – № 1. – С. 34–40. УДК 621.317 ББК 34.

20. Карпов, В. А. Измерительный преобразователь для дифференциального емкостного чувствительного элемента с ратиометрическим выходным сигналом / В. А. Карпов, В. А. Хананов // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2013. – № 3. – С. 58–62. УДК 681.586.72 ББК 32.

21. Карпов, В. А. Универсальный измерительный преобразователь для дифференциального емкостного чувствительного элемента / В. А. Карпов, В. А. Хананов // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2014. – № 1. – С. 91–96. УДК 681.586.72 ББК 34.

22. Система управления электропропорциональным магнитом с датчиком положения на эффекте Холла / А. В. Ковалев [и др.] // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. X Междунар. науч.- техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 23–24 окт. 2014 г. - Гомель, 2014. - С. 92 – 93. УДК 621.3.084.2.

23. Промышленный рН-метр с автоматической настройкой / В.А. Карпов [и др.] // Современные проблемы машиноведения : материалы науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвященные 105 годовщине со дня рождения Павла Осиповича Сухого)[5-7 июля 2000 г., г. Гомель]. Том II. – Гомель, 2000. – С. 232 – 234. УДК 621.01.

Сиссои мостовых датчиков *А.В. Карпов* (Тимошина С.И.)

Примерный перечень тем лабораторных занятий.

1. Исследование измерительной цепи рН-метра
2. Исследование измерительных цепей мостовых и полумостовых тензорезисторных датчиков силы
3. Исследование измерительной цепи емкостного датчика ускорения
4. Исследование измерительной цепи магниторезистивного датчика и датчика Холла

5. Исследование измерительной цепи индуктивного датчика линейных перемещений

Технологии обучения

Для организации процесса изучения учебной дисциплины привлечены традиционные и инновационные образовательные технологии, ориентированные на формирование навыков самостоятельного и группового решения поставленных задач.

Лабораторные занятия проводятся с использованием персональных компьютеров, стендового оборудования и специальных отладочных комплектов. Контроль знаний проводится в ходе защиты лабораторной работы.

В качестве технических средств обучения при проведении лекционных занятий следует использовать видеопроекционную аппаратуру, а лабораторных занятий – персональные компьютеры.

Дополнительные методические материалы по выполнению групповых и индивидуальных заданий, в том числе в рамках самостоятельной работы, а также тестовые задания для самостоятельного контроля знаний будут размещаться на учебном портале университета.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов организована в соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» № 33, утвержденное ректором университета 14.10.2014.

Основными целями ее осуществления являются: активизация учебно-познавательной деятельности и формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и практического применения знаний в области экономических и правовых аспектов предпринимательской деятельности в сфере промышленной электроники.

С учетом специфики и содержания учебной дисциплины предполагается использование следующих форм самостоятельной работы студентов:

– контролируемая самостоятельная работа (проведение исследований необходимых для выполнения лабораторных работ в аудитории под контролем преподавателя);

– управляемая самостоятельная работа (выполнение теоретических расчетов и моделирования устройств при опосредованном контроле и управлении со стороны преподавателя);

– собственно самостоятельная работа (подготовка к рубежному контролю знаний и текущей аттестации (экзамену), организованная студентом самостоятельно).

Для организации эффективной самостоятельной работы студентов используется учебно-методическое обеспечение дисциплины, включающее со-

временные информационные ресурсы и технологии (электронный курс дисциплины).

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Процедура диагностики результатов учебной деятельности студентов разработана и организована в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-41 80 02-2012. Ее компоненты представлены:

- требованиями к осуществлению диагностики (определение объекта диагностики, измерение степени соответствия учебных достижений студента требованиям образовательного стандарта ОСВО 1-41 80 02-2012, оценивание результатов измерения на основе принятой шкалы оценок);

- шкалой оценок (оценка промежуточных и итоговых (экзаменационных) достижений студента производится по десятибалльной шкале в зависимости от количества и качества выполненных заданий, предусмотренных планом);

- критериями оценок, разработанными учреждением образования;

- инструментарием диагностики (выполнение и защита лабораторных работ, макетирование устройств (АК-1, АК-2, СЛК-2, ПК-НП-1);

Для диагностики соответствия учебных достижений студента предъявляемым требованиям используются типовые индивидуальные лабораторные работы, тесты для контроля знаний (АК-1, АК-2, СЛК-2, ПК-НП-1, ПК-НП-3, ПК-И-1).

Диагностика компетенций студента проводится в устной (ответы на занятиях, оценивание решения учебно-деловых ситуаций), письменной (контрольный опросы, письменное представление выполненных практических заданий, доклады и рефераты) и устно-письменной (экзамен) формах. (АК-1–АК-3, СЛК-3, ПК-НП-1, ПК-НП-3, ПК-И-1).

Итоговая диагностика компетенций студента проводится с использованием контрольных вопросов и заданий, а также экзамена (АК-1–АК-3, СЛК-2, СЛК-3, ПК-НП-1, ПК-НП-3, ПК-И-1).