

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой

«.....» _____ 2013 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МСТ-ДАТЧИКОВ
(наименование дисциплины (модуля))

Направление/специальность подготовки Приборостроение

Профиль/специализация подготовки Технология приборостроения

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная)

г. Пенза

2013 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) «Технология изготовления МСТ-датчиков» являются формирование **профессиональной компетенции**:

ПК-7: *«Способен рассчитывать и проектировать элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия».*

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Технология изготовления МСТ-датчиков» относится к профессиональному циклу **Б.3**. Данная дисциплина базируется на знаниях, полученных в ходе изучения курсов «Метрология, стандартизация и сертификация», «Технология изготовления приборов», «Физические основы получения информации», «Основы проектирования приборов и систем». Учебная дисциплина «Технология изготовления МСТ-датчиков» готовит студента к освоению профессиональных компетенций ПК-4, ПК-33.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины студент должен:

1) Знать: физических принципов действия интегральных датчиков, базовых конструктивно-технологических решений, используемых при проектировании и производстве интегральных датчиков физических величин, основных технологических процессов изготовления интегральных датчиков.

2) Уметь: рассчитывать и проектировать варианты топологии и конструкции чувствительных элементов интегральных датчиков давления, перемещения, интегральных микромеханических акселерометров.

3) Владеть: методиками разработки технологических процессов изготовления, сборки и испытания чувствительных элементов и интегральных датчиков физических величин.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточно й аттестации (по семестрам)
				Лекци я- 2 часа	Практи ка – 2 часа	Лабор аторна я работа 2 часа	Самост оятельн ая работа- 4 часа	Текущий контроль на занятии
1	Кремний как основной элемент в микросистемной технике. Механические и электрофизически е свойства кремния	8	1	Лекци я- 2 часа				Текущий контроль на занятии
2	Применение кремниевых тензорезисторов в датчиках физических величин	8	3	Лекци я- 2 часа	Практи ка – 2 часа	Лабор аторна я работа 2 часа	Самост оятельн ая работа- 4 часа	Текущий контроль на занятии, защита лабораторной работы
3	Микромеханическ ие датчики физических величин.	8	5	Лекци я – 2 часа	Практи ка – 2 часа		Самост оятельн ая работа- 6 часов	Бально- рейтинговая оценка
4	Типовой технологический процесс изготовления интегральных полупроводников ых датчиков давления.	8	7	Лекци я – 2 часа	Практи ка – 2 часа	Лабор аторна я работа 4 часа	Самост оятельн ая работа- 20 часов	Текущий контроль на занятии, защита лабораторной работы
5	Операции химической очистки, окисления, травления, ионного легирования, диффузии, фотолитографии.	8	9	Лекци я – 2 часа	Практи ка – 4 часа	Лабор аторна я работа 4 часа	Самост оятельн ая работа- 20 часов	Текущий контроль на занятии, защита лабораторной работы
6	Оборудование и технологическая	8	1 1	Лекци я – 2	Практи ка –	Лабор аторна	Самост оятельн	Бально- рейтинговая

	оснастка, режимы проведения технологических операций для получения интегральных датчиков с заданными метрологическими и эксплуатационными характеристиками			часа	4 часа	я работа 4 часа	ая работа- 20 часов	оценка, защита лабораторной работы
7	Технология сборки и испытаний интегральных полупроводниковых датчиков физических величин	8	1 3 1 5 1 7	Лекция – 6 часов	Практика – 4 часа	Лабораторная работа 4 часа	Самостоятельная работа- 20 часов	Бально-рейтинговая оценка, защита лабораторной работы, зачет

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе освоения студентами дисциплины «Технология изготовления МСТ-датчиков используются следующие образовательные технологии»:

Лекции с применением мультимедийных технологий;

Практические занятия;

Самостоятельная работа студентов;

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для проведения текущего контроля успеваемости студентов предусмотрены следующие контрольные вопросы:

1. Понятие микросистемной техники. Особенности, основные положения, этапы развития микросистемной техники.
2. Кремний как основной элемент для изготовления интегральных датчиков. Общие сведения о кремнии, элементарная ячейка кремния. Анизотропия, индексы Миллера.
3. Искажение кристаллической решетки кремния, поверхность кристалла, дефекты, плотность дислокаций.
4. Монокристаллический и поликристаллический кремний. Механические и электрофизические свойства кремния
5. Обобщенная структура составляющих тензоэффекта в тензорезисторах. Коэффициент тензочувствительности
6. Применение различных физических эффектов для проектирования интегральных датчиков.

7. Принципы построения чувствительных элементов датчиков давлений на основе тензорезистивного эффекта, измерительный мост Уитстона.
 8. Варианты топологии и конструкции чувствительных элементов интегральных датчиков физических величин.
 9. Конструктивно – технологический и схемотехнический способы компенсации температурной погрешности интегральных датчиков.
 10. Компенсация температурной погрешности при питании датчиков током и напряжением. Температурная компенсация начального выходного сигнала и чувствительности полупроводниковых чувствительных элементов датчиков.
 11. Емкостные полупроводниковые датчики давления.
 12. Микромеханические акселерометры.
 13. Датчики Холла. Химические датчики.
 14. Типовой технологический процесс изготовления чувствительных элементов интегральных датчиков.
 15. Операции химической очистки, окисления, травления, ионного легирования, диффузии, фотолитографии
- Темы лабораторных работ:

1. Исследование топологии чувствительного элемента интегрального датчика давления.
 2. Определение градуировочной характеристики интегрального датчика давления.
 3. Исследование температурной зависимости характеристик чувствительного элемента интегрального датчика давления
 4. Определение погрешности интегрального датчика давления
- Темы практических занятий

1. Расчет характеристик чувствительного элемента интегрального датчика давления.
2. Разработка типового технологического процесса изготовления чувствительного элемента интегрального датчика давления

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Гридчин В.А., Драгунов В.П. Физика микросистем: Учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. -Новосибирск: Изд-во ПГТУ, 2004. - 416 с. - (Серия «Учебники НГТУ»).
2. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учебное пособие для вузов. - М.: Сов. радио, 1980. - 420 с.
3. Ваганов В.И. Интегральные преобразователи. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
4. Виглеб. Датчики. Устройство и применение. - М.: Мир, 1989.
5. Чернышев Основы надежности полупроводниковых приборов и интегральных схем - М.: «Радио и связь», 1988.

б) дополнительная литература:

1. Дж. Най Физические свойства кристаллов и их описание при помощи тензоров и матриц - М.: Мир, 1987.

2. J.C. Greenwood, "Silicon in Mechanical Sensors," J. Phys. E, Sci. Instrum., vol. 21, pp.1114-28, 1988.
3. Fundamentals of microfabrication: the science of miniaturization / Mark J. Madou. -2nd ed.- CRC Press, 2002.
4. ОСТ 107.460084.200-88. Микросборки. Общие требования и нормы конструирования.
5. The MEMS handbook / Mohamed Gad-el-Hak. - CRC Press, 2002.
6. M. Elwenspoek, H. Jansen. Silicon Micromachining. p.cm. - (Cambridge studies in semiconductor physics and microelectronic engineering; 7). - Cambridge University Press. - 1998 (ISBN 0 521 59054 X).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

www.bsac.eecs.berkeley.edu.

www.mems.sandia.gov

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Занятия по дисциплине «Технология изготовления МСТ-датчиков» проводятся в лекционных аудиториях, оборудованных специализированной учебной мебелью и средствами мультимедиа (ноутбук, проектор, проекционный экран)

Лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории электронных приборов. Для выполнения работ оборудованы четыре рабочих места. В состав каждого рабочего места входят:

Микроскоп.....	1 шт.
Устройство для исследования характеристик полупроводниковых кристаллов (зондовое устройство МКНИ. 757644.050)	1 шт.
Вольтметр В7 - 34А	1 шт.
Вольтамперметр ОИ 2051	1 шт.
Комплект соединительных проводов	1 шт.
Осциллограф С1 -120	1 шт.
Генератор ГЗ-118	1 шт.
Универсальный лабораторный стенд с набором сменных макетных плат	1 шт.
Образцы полупроводниковых чувствительных элементов	5 шт.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению и профилю подготовки 200100 «Приборостроение»

Автор(ы) к.т.н, доцент Волков В.С.

Рецензент(ы) _____

Программа одобрена на заседании _____

(Наименование уполномоченного органа вуза (УМК, НМС, Ученый совет)
от _____ года, протокол № _____