

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Электроники и биомедицинских технологий _

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

«Датчиковые МЭМС системы»

Направление подготовки (специальность)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность подготовки (профиль, специализация)

Промышленная электроника

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

УФА 2015_____

год

Исполнитель: старший преподаватель каф. ЭиБТ Гарипова Г. Т.

Должность

Фамилия И. О.

Заведующий кафедрой: Жернаков С. В

Фамилия И.О.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина _ Датчиковые МЭМС системы _ является дисциплиной по выбору.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 *Электроника и нанoeлектроника*, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 218 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 *Электроника и нанoeлектроника* (уровень бакалавриата)».

Целью освоения дисциплины является систематизация полученных при изучении базовых дисциплин специальности знаний о современных системах и устройствах МЭМС и НЭМС, особенностях разработки и использования таких устройств, ознакомление с современным состоянием исследований в соответствующих областях, приобретение навыков выполнения на этой основе инженерных расчетов для решения конкретных прикладных задач.

Задачи:

- познакомить обучающихся с методами описания современных МЭМС и НЭМС устройств с точки зрения особенностей разработки, создания и функционирования МЭМС и НЭМС в энергетике;

- дать информацию о свойствах, специфике описания и применении процессов в МЭМС и НЭМС в энергетике;

- научить принимать и обосновывать конкретные методические решения при обосновании расчетов технологических процессов и схем при получении и использовании МЭМС и НЭМС в энергетике.

Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способностью выполнять работы по технологической подготовке производства	ПК-8	- основные источники научно-технической информации по применению и областям	- самостоятельно разбираться в методиках расчета МЭМС и применять их для решения поставленной	- навыками дискуссии по профессиональной тематике; - терминологией в области методов

материалов и изделий электронной техники		<p>реализации МЕМС в энергетике;</p> <p>- способы расчета процессов МЕМС в энергетике, устройств, оборудования, машин и аппаратов высоких технологий;</p> <p>- методы расчета процессов в МЕМС в системах прямого преобразования энергии с применением нанотехнологий и наноматериалов.</p>	<p>задачи;</p> <p>- осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию;</p> <p>- анализировать информацию об основных процессах МЕМС в энергетике.</p>	<p>описания МЕМС в энергетике и системах прямого преобразования энергии с применением нанотехнологий и наноматериалов;</p> <p>- навыками применения полученной информации при расчете МЕМС в энергетике и системах прямого преобразования энергии с применением нанотехнологий и наноматериалов;</p> <p>- навыками дискуссии по профессиональной тематике.</p>
--	--	---	--	--

Содержание разделов дисциплины

№	Наименование и содержание раздела
1	<p><u>Наносенсоры: основные понятия, определения и термины</u></p> <p>Общие представления. Миниатюризация. Свойства. Области применения. Классификация наносенсоров по области применения: датчики давления, акселерометры, акустические сенсоры, расходомеры, биологические и медицинские сенсоры. Фотолитография. Микрообработка. Нанесение тонких пленок. Травление. LIGA. Сопутствующие технологии. Датчики столкновения. Акселерометры для управления и навигации. Сканеры отпечатков пальцев. Барометры. Другие применения: магнитные головки.</p>
2	<p><u>Датчики давления</u></p> <p>Области применения. Конструктивная реализация. Подходы к проектированию и изготовлению, их особенности, преимущества и недостатки. Типичный пьезорезистивный датчик давления. Принцип работы. Конструктивная реализация и особенности. Преимущества и недостатки. Технология изготовления. Чувствительные элементы. Пьезорезисторы, мост Уитстона, принципы измерения напряжения растяжения и сжатия. Типичный емкостной датчик давления. Принцип работы. Конструктивная реализация и особенности. Преимущества и недостатки. Технология изготовления. Паразитные емкости и методы их устранения. Конструктивная реализация рабочей полости датчика: абсолютные, монометрические и относительные датчики. Влияние температуры и нелинейности отклика на параметры датчиков. Применение ультратонких мембран. Влияние на рабочий диапазон датчика и линейность выходной характеристики. Резонирующие датчики давления. Добротность резонатора. Точность и чувствительность резонирующих датчиков. Увеличение степени интеграции. Разработка датчиков, работающих при повышенных температурах. Расширение рабочего диапазона.</p>

	Увеличение точности и разрешения датчиков. Уменьшение размеров датчиков.
3	<p><u>Акселерометры</u> Акселерометры на базе МЭМС. Основные характеристики. Классификация по технологии производства. Классификация по методу преобразования механического воздействия в электрический сигнал. Использование электрического поля в компонентах МЭМС. Принцип преобразования перемещений в изменение емкостей. Типичный емкостной микроакселерометр. Методы повышения чувствительности и стабильности. Изготовление акселерометров по дифференциальной схеме. Схема работы чувствительного элемента. Состояния акселерометра. Способ преобразования ускорения в выходной сигнал. Свойства. Виды термоакселерометров. Микроакселерометр, основанный на конвекции. Тепловой микроакселерометр с инерционной массой: кондуктивная составляющая теплового потока; использование термодпар; выходное напряжение термоэлементов. Влияние напряжения сжатия и растяжения на сдвиг резонансной частоты колебаний. Чувствительность и рабочий диапазон резонирующих микроакселерометров. Туннельные микроакселерометры. Туннельный эффект. Система кремниевый зонд – металлический контакт. Использование системы обратной связи. Рабочий диапазон туннельных микроакселерометров. Современное состояние отрасли акселерометров. Области применения акселерометров. Тенденции развития: уменьшение массогабаритных показателей; уменьшение потребляемой мощности; возможность интеграции с микроэлектронными устройствами; снижение стоимости.</p>
4	<p><u>Акустические сенсоры</u> Конфигурации. Принцип работы. Свойства. Пьезоэлектрические материалы и их применение. Добротность резонирующего элемента. Температурные эффекты. Чувствительность сенсоров. Работа в жидкостях. Акустические волноводы. Направленные акустические волны. Сенсоры на волнах Лява. Температурные эффекты. Коэффициент связи. Поддерживающая мембрана. Весовой отклик. Материалы и технология изготовления. Применение для измерения температуры, силы, ускорения, крутящего момента, влажности, точки росы, потока, электронного шума. Методы измерения. Беспроводные конфигурации. Примеры жидкостных актюаторов (приводов).</p>
5	<p><u>Расходомеры</u> Принцип работы. Конфигурации. Свойства. Области применения. Устройство и принцип работы. Поток газа. Теплотворная способность. Тепловые потери. Температурная компенсация. Линейность отклика. Устройство и принцип работы. Нагревательный элемент и термосенсоры. Дрейф нуля. Чувствительность. Спаренные транзисторы. Конфигурации датчиков. Нагревательный элемент. Тепловые импульсы и время отклика. Датчики потока и направления. Датчики потока газа, основанные на подъемной силе. Датчики скорости на основе иончувствительных полевых транзисторов (<i>ISFET</i>). Снижение потребляемой энергии. Тепловая изоляция. Повышение чувствительности.</p>
6	<p><u>Химические и биомедицинские сенсоры</u> Принципы работы. Конфигурации. Свойства. Газовые сенсоры. Структуры на основе микро-нагревательных плит. Проблемы чувствительности, селективности и дрейфа. Чувствительность к ионам водорода. Применение иончувствительных полевых транзисторов (<i>ISFET</i>). Материалы и принципы преобразования (потенциометрические, амперометрические, термические, оптические, гравиметрические). Процессы биораспознавания и иммобилизации. <i>ISFET</i>, <i>ENFET</i> (<i>Enzyme Field-Effect Transistor</i> – ферментный полевой транзистор), <i>IMFET</i> (<i>Internally Matched Field Effect Transistor</i> – внутренне согласованный полевой транзистор). Диагностические системы. Системы направленной доставки лекарств. Разработка тканей. Терапия и хирургические устройства с минимальным воздействием. Флуоресцентные методы. Рестрикционное расщепление. Электрофоретическая сепарация. Гибридизация. Проблемы масштабирования. Микросистемы для ПЦР, интегрированные микрочипы для анализа ДНК.</p>

7	<u>Введение в биоМЭМС. Микрофлюидика</u> Биомедицинская наноинженерия. Тканевая инженерия и биоматериалы. Медицинская визуализация. Нейропротезирование. БиоМЭМС. Микрофлюидика. Размерности и масштабы. Методы управления потоками жидкости. Ламинарные потоки. Диффузия. Смешивание. Микрофлюидные устройства и системы. Вентили. Поверхностное натяжение. Двухфазные потоки.
8	<u>Основы биодатчиков</u> Биодатчики. Определения. Биорецепторы. Преобразователи. Иммунизация биологических компонентов. Иммунологический анализ. Взаимодействия антиген-антитело. Микрофлюидные чипы для иммуноанализа. Электрохимические биодатчики. Потенциометрические и амперометрические биодатчики. Области применения. Датчики уровня кислорода и глюкозы в крови. Оптические биодатчики. Флуоресценция. Хемилюминесценция. Колориметрический анализ уровня глюкозы. Микрочипы на основе электрохемилюминесценции. Массочувствительные детекторы.

Подробное содержание дисциплины, структура учебных занятий, трудоемкость изучения дисциплины, входные и исходящие компетенции, уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенций, учебно-методическое, информационное, материально-техническое обеспечение учебного процесса изложены в рабочей программе дисциплины.