

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Направленность (специальность) 05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Радиокомпоненты и методы их расчета»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.2

Всего: 72 часов,

семестр 5, в том числе 6 часов – контактная работа,

48 часов – самостоятельная работа,

18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 876, и паспорта специальности 05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является формирование научного подхода к расчету, разработке, проектированию и исследованию современной радиокомпонентной базы.

Задачами дисциплины являются:

- освоение способности анализировать научно-техническое состояние современной радиокомпонентной базы,
- освоение методов расчета и экспериментальных исследований современной радиокомпонентной базы,
- развитие способности обеспечивать технологичность изделий радиокомпонентной базы и процессов их изготовления.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

- способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-1);
- готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления (ПК-5).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- состояние научно-технической проблемы в области радиокомпонентов путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. (ПК-1).

уметь:

- анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-1);
- разрабатывать новые методы исследования и их применения в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности (ОПК-3);
- обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления (ПК-5).

владеть:

- навыками обеспечения технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления (ПК-5).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Введение

Краткая история возникновения сенсорики. Вопросы стандартизации. Физические и химические принципы, лежащие в основе работы сенсоров.

Классификация сенсоров. Потребности и рынок. Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника. Перспективы развития.

Параметры сенсоров. Статические и динамические характеристики. Выходные параметры и методы регистрации сигнала. Вопросы временной и температурной стабильности. Конструкции сенсоров и вопросы корпусирования.

2. Акустоэлектроника и акустооптика

Акустоэлектроника как направление функциональной микроэлектроники, основанное на использовании пьезоэлектрического эффекта, а также явлений, связанных с взаимодействием электрических полей с волнами акустических напряжений в пьезоэлектрическом полупроводниковом материале.

Физические основы взаимодействия акустической волны с электронами твердого тела и взаимодействия оптических и акустических волн в твердых телах и жидкостях. Поверхностно-акустические волны (ПАВ). Явления прямого и обратного пьезоэффекта. Основные материалы акустоэлектроники и акустооптики и устройства на их основе для обработки аналоговых сигналов. Электроакустический усилитель.

3. Электроакустические преобразователи

Физические основы работы линий задержек на поверхностных акустических волнах. Отражатели, резонаторы, многополосковые электродные структуры, акустические волноводы, концентраторы энергии и фокусирующие устройства, а также активные, нелинейные и управляющие элементы. Встречно-штырьевые преобразователи ПАВ, многополосковые электродные структуры (МЭС). Акустические волноводы. Фазовращатели. Линии задержки. Устройства свертки. Устройства акустической памяти. Акустооптический модулятор.

4. Магнитоэлектроника, криоэлектроника, твердотельные датчики (общее представление)

Сенсоры давления и механических перемещений. Металлические проволочные и пленочные терморезисторы. Пьезоэлектрические датчики.

Зависимость свойств полупроводниковых материалов от давления. Полупроводниковые монокристаллические и пленочные тензометры. Тензодиоды. Мембранные датчики

Датчики ядерного излучения. Виды излучения высоких энергий, α, β, γ – излучения.

Рентгеновское излучение. Взаимодействие с материалами. Дозиметрия Биологическое действие.

Газовый разряд. Газоразрядные приборы. Счетчик Гейгера – Мюллера.

Полупроводниковые датчики излучений. Приемники на основе германия, кремния, арсенида галлия. СЭЛДИ. Координаточувствительные детекторы.

Химические сенсоры. Пелисторы. Химические сенсоры на оксидных полупроводниках. Керамические и тонкопленочные сенсоры.

5. Толстопленочные резисторы

Толстопленочная технология. Физические явления, определяющие электропроводность толстопленочных резистивных материалов. Основные типы постоянных и переменных резисторов.

6. Толстопленочные конденсаторы

Физические явления, определяющие емкостные свойства конденсаторов. Типы, параметры и конструкции конденсаторов постоянной и переменной емкости.

7. Полупроводниковые термо- и фототранзисторы, позисторы, варисторы, болометры (общее представление)

Сенсоры температуры. Термопары и термосопротивления. Полупроводниковые терморезисторы. Позисторы или терморезисторы с положительным температурным коэффициентом сопротивления. Полупроводниковые термодиоды и термотранзисторы.

Варистор (переменный резистор). Принцип работы. Используемые материалы (SiC, ZnO) и методы их изготовления.

Приемники ИК излучения и температурная сенсорика. Полупроводниковые болометры: принцип работы и параметры.

Сенсоры на основе оптических волокон и интегральной оптики. Классификация и области применения. Интерферометрические и неинтерферометрические сенсоры. Конструкции и материалы. Полупроводниковые излучатели и приемники излучения в сенсорах. Устройства интегральной оптики и материалы для неё.

8. Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства

Краткий обзор применения сенсоров в технологии, космических летательных аппаратах, медицине, домашнем быту, в энергетике и мониторинге окружающей среды. Перспективы развития.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 5 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Классификация сенсоров.
2. Физические основы взаимодействия акустической волны с электронами твердого тела и взаимодействия оптических и акустических волн в твердых телах и жидкостях. Поверхностно-акустические волны (ПАВ).
3. Основные материалы акустоэлектроники и акустооптики и устройства на их основе для обработки аналоговых сигналов. Электроакустический усилитель.

4. Физические основы работы линий задержек на поверхностных акустических волнах.
5. Встречно-штырьевые преобразователи ПАВ.
6. Многополосковые электродные структуры (МЭС).
7. Акустические волноводы. Фазовращатели.
8. Линии задержки. Устройства свертки. Устройства акустической памяти.
9. Акустооптический модулятор.
10. Сенсоры давления и механических перемещений.
11. Пьезоэлектрические датчики.
12. Зависимость свойств полупроводниковых материалов от давления.
13. Тензодиоды. Мембранные датчики
14. Датчики ядерного излучения.
15. Газоразрядные приборы.
16. Счетчик Гейгера – Мюллера.
17. Полупроводниковые датчики излучений. Координаточувствительные детекторы.
18. Химические сенсоры. Пелисторы.
19. Основные типы постоянных и переменных резисторов.
20. Типы, параметры и конструкции конденсаторов постоянной и переменной емкости.
21. Сенсоры температуры. Термопары и термосопротивления. Полупроводниковые терморезисторы.
22. Полупроводниковые термодиоды и термотранзисторы.
23. Варистор. Принцип работы.
24. Приемники ИК излучения и температурная сенсорика. Полупроводниковые болометры: принцип работы и параметры.
25. Сенсоры на основе оптических волокон и интегральной оптики. Классификация и области применения.
26. Интерферометрические и неинтерферометрические сенсоры. Конструкции и материалы.

27. Полупроводниковые излучатели и приемники излучения в сенсорах
- 28.. Устройства интегральной оптики и материалы для нее.
29. вопросы, включенные в билеты для проведения зачетов:
30. Физические основы взаимодействия акустической волны с электронами твердого тела и взаимодействия оптических и акустических волн в твердых телах и жидкостях. Поверхностно-акустические волны (ПАВ).
31. Основные материалы акустоэлектроники и акустооптики и устройства на их основе для обработки аналоговых сигналов. Электроакустический усилитель.
32. Сенсоры температуры. Термопары и термосопротивления. Полупроводниковые терморезисторы.
33. Полупроводниковые термодиоды и термотранзисторы.
34. Сенсоры на основе оптических волокон и интегральной оптики.
35. Интерферометрические и неинтерферометрические сенсоры.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Твердотельная электроника: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/[Э.Н. Воронков, А.М. Гуляев, И.Н. Мирошникова, Н.А. Чарыков]. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 320 с. ISBN 978-5-7695-4618-1.
2. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учеб. пособию - М.: Высшее образование; Юрайт-Издат, 2009. – 463 с. – (Основы наук). ISBN 978-5-9692-0962-6.
3. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок – СПб., изд-во «Лань», 2008. ISBN 978-5-8114-0766-8.

4. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: учебное пособие для вузов по направлению 010700 «Физика» и специальности 010701 «Физика»/ В. А. Гуртов . – 2-е изд., доп . – М. : Техносфера, 2005 . – 408 с.

Дополнительная литература:

5. Sze S.M., Kwok Kwok Ng. Physics of semiconductor devices John Wiley and Sons, 2007 – 815 p.

6. Филачев А.М., Таубкин И.И., Трищенко М.А. Твердотельная фотоэлектроника. Физические основы. – М.: Физматкнига, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-89155-128-4

7. Филачев А.М., Таубкин И.И., Трищенко М.А. Современное состояние и магистральные направления развития твердотельной фотоэлектроники. – М.: Физматкнига, 2010. ISBN 978-5-89155-191-6

8. Филачев А.М., Таубкин И.И., Трищенко М.А. Твердотельная фотоэлектроника. Фотодиоды. – М.: Физматкнига, 2011. ISBN 978-5-89155-203-6.

9. Филачев А.М., Таубкин И.И., Трищенко М.А. Твердотельная фотоэлектроника. Фоторезистры и фотоприемные устройства. – М.: Физматкнига, 2011. – 368 с. ISBN 978-5-89155-210-4.

10. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 488 с. ISBN 978-5-9221-0995-6.