

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____

(подпись)

_____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы сенсорики

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): Микроэлектроника и твердотельная электроника
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

Кафедра полупроводниковой электроники и нанoeлектроники
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: Новокрещенова Е.П., к.т.н.
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии ФРТЭ
(наименование факультета)

Протокол № _____ от «_____» _____ 2016 г.

Председатель методической комиссии Москаленко А.Г.
(Ф.И.О)

Воронеж 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____

(подпись)

_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Физические основы сенсорики

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
(код, наименование)

Профиль: Микроэлектроника и твердотельная электроника
(название профиля по УП)

Часов по УП: 144; Часов по РПД: 144;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 144; Часов по РПД: 144;

Часов на самостоятельную работу по УП: 54 (38%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 54 (38%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 4;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачеты – 0; Зачеты с оценкой – 6;

Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятия	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции											36	36					36	36
Лабораторные											18	18					18	18
Практические											36	36					36	36
Ауд. занятия											90	90					90	90
Сам. работа											54	54					54	54
Итого											144	144					144	144

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 12 марта 2015 г. №218.

Программу составил: _____ к.т.н., Новокрещенова Е.П.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____ Коваленко П.Ю., к.т.н., зам. гл. инженера АО «ВЗПП-С»

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 “Электроника и нанoeлектроника”, профиль “Микрoeлектроника и твердотельная электроника”.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

протокол № _____ от _____ 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель освоения дисциплины состоит в изучении принципов работы и изготовления твердотельных датчиков физических величин, а также областей их применения
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	изучение классификации основных типов датчиков физических величин;
1.2.2	изучение физических принципов их работы;
1.2.3	ознакомление студентов с основными параметрами, конструктивными и технологическими особенностями изготовления твердотельных датчиков и областями их применения;
1.2.4	формирование представления о применении микроэлектронной технологии для создания твердотельных датчиков;
1.2.5	приобретение навыков измерения основных параметров твердотельных датчиков

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1		код дисциплины в УП: Б1.В. ДВ.7.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося		
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь знания, полученные при изучении дисциплин		
Б1.Б.14	Материалы электронной техники	
Б1.Б.15	Физика конденсированного состояния	
Б1.В.ДВ.4.1	Физика полупроводников	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее		
Б1.Б.16	Физические основы электроники	
Б1.В.ОД.17	Технология изделий электроники и нанoeлектроники	
Б1.В.ДВ.5.1	Физические основы надежности интегральных микросхем	
Б3	Государственная итоговая аттестация	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПКВ-3	способностью идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики, проектирования, технологии изготовления и применения микроэлектронных приборов и устройств

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	физические закономерности, лежащие в основе функционирования твердотельных датчиков различных физических величин (ОПК-1)
3.1.2	общие представления об изготовлении, конструктивных и технологических особенностях датчиков, возможностях использования микроэлектроники для этих целей (ОПК-7)
3.1.3	области применения датчиков различных физических величин (ПКВ-3)
3.1.4	тенденции развития микроэлектронной сенсорики (ПКВ-3)
3.2	Уметь:
3.2.1	проводить количественную оценку основных параметров датчиков (ОПК-5)
3.2.2	определять допустимые режимы работы датчиков (ОПК-5)
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками определения основных параметров твердотельных датчиков (ОПК-5)
3.3.2	теоретическими сведениями, необходимыми для выбора материала датчика; величин (ОПК-7)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Общие сведения о датчиках физических величин	6	1	4	-	-	2	6
2	Датчики деформации	6	2-4	4	6	4	9	23
3	Датчики температуры	6	5-8	4	6	4	7	21
4	Твердотельные датчики газов	6	7-12	4	4	4	6	18
5	Датчики магнитного поля	6	9-10	4	4	-	5	13
6	Оптические датчики	6	11-12	4	4	-	6	14
7	Датчики влажности	6	13-14	4	4	-	5	13
8	Датчики скорости и расхода газов и жидкостей. Датчики уровня	6	15	2	2	-	3	7
9	Датчики давления, силы, веса, момента, ускорения, вибрации и удара	6	16	2	2	-	3	7
10	Датчики других физических параметров. Многофункциональные датчики	6	17	2	2	6	3	13
11	Датчики микроэлектромеханических систем	6	18	2	2	-	5	9
Итого				36	36	18	54	144

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1. Общие сведения о датчиках физических величин		4	
1	Введение. Цели и задачи дисциплины. Основные термины и понятия сенсорики. Классификация датчиков по назначению и областям применения, по техническим характеристикам и конструктивно-техническим особенностям. Технология изготовления датчиков.	4	
2. Датчики деформации		4	
2	Основы тензорезистивного эффекта. Принцип действия металлических и полупроводниковых датчиков. Конструкции и параметры датчиков. Тензодиоды и тензотранзисторы. Области применения и типы датчиков. <i>Самостоятельное изучение.</i> Зонная структура кремния, германия, арсенида галлия.	4	
3. Датчики температуры		4	
4	Принцип действия термопар, металлических термометров сопротивления, полупроводниковых датчиков температуры. Термодиоды и термотранзисторы.	2	
5	Конструкции и параметры датчиков. Области применения и типы датчиков <i>Самостоятельное изучение:</i> Термоэлектрические явления.	2	
4. Твердотельные датчики газов		4	
7	Принципы действия термокондуктометрических датчиков, термохимической и электрохимической ячеек, полупроводниковых датчиков газа. Конструкции и параметры датчиков. Конструктивные и технологические особенности твердотельных датчиков газа. <i>Самостоятельное изучение.</i> Единицы измерения газового состава.	4	
5. Датчики магнитного поля		4	
9	Принципы действия датчиков Холла, магниторезисторов, магнитодиодов и магнитотранзисторов. Конструкции и параметры датчиков. Области применения и типы датчиков.	4	
6. Оптические датчики		4	
11	Принципы действия фоторезисторов, фотодиодов, фототранзисторов, приемников ИК-излучения. Конструкции и параметры датчиков. Области применения и типы датчиков..	4	
7. Датчики влажности		4	
13	Методы измерения влажности. Принцип действия, конструкции и параметры конденсационных, психометрических, сорбционных датчиков влажности. <i>Самостоятельное изучение.</i> Единицы измерения влажности.	4	
8. Датчики скорости и расхода газов и жидкостей. Датчики уровня		2	

15	Принцип действия, конструкции и параметры датчиков скорости, расхода и уровня.	2	
9. Датчики давления, силы, веса, момента, ускорения, вибрации и удара		2	
16	Принцип действия, конструкции и параметры датчиков	2	
10. Датчики других физических параметров. Многофункциональные датчики		2	
17	Принципы действия, конструкции и параметры датчиков. Современные тенденции в сенсорике.	2	
11. Датчики микроэлектромеханических систем		2	
18	Понятия микроэлектромеханической системы и микросистемной техники. Датчики микроэлектромеханических систем	2	
Итого часов		36	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
2. Датчики деформации		6		
3	Основные параметры датчиков деформации. Температурнокомпенсированные датчики.	4		
4	Способы уменьшения и компенсации температурной зависимости сопротивления тензорезисторов	2		
3. Датчики температуры		6		
5	Термопары и термометры сопротивления	2		
6	Термисторы и позисторы. Контрольная работа	4		Контр. работа
4. Твердотельные датчики газов		4		
8	Единицы измерения и способы задания газовой концентрации. Основные параметры датчиков газового состава	4		
5. Датчики магнитного поля		4		
10	Датчики Холла. Магниторезисторы	4		
6. Оптические датчики		4		
12	Полупроводниковые датчики. Пирозлектрические приемники излучения. Контрольная работа	4		Контр. работа
7. Датчики влажности		4		
14	Единицы измерения влажности и связь между ними. Кондесационные и психрометрические датчики	4		
8. Датчики скорости и расхода газов и жидкостей. Датчики уровня		2		
15	Термоанемометры. Датчики расхода	2		
9. Датчики давления, силы, веса, момента, ускорения, вибрации и удара		2		
16	Датчики давления, силы и ускорения	2		
10. Датчики других физических параметров. Многофункциональные датчики		2		

17	Использование чувствительных элементов датчиков для создания многофункциональных сенсоров	2		
11. Датчики микроэлектромеханических систем (МЭМС)		2		
18	Датчики МЭМС. Тестирование. Зачетное занятие.	2		Зачет
Итого		36		

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
2. Датчики деформации		4		
4	Исследование параметров датчиков деформации	4		Отчет
3. Датчики температуры		4		
8	Исследование параметров датчиков температуры	4		Отчет
4. Твердотельные датчики газов		4		
12	Изучение конструкции и принципа действия полупроводникового газового датчика и определение его газовой чувствительности	4		Отчет
10. Датчики других физических параметров. Многофункциональные датчики		6		
16	Многофункциональные датчики. Зачетное занятие	6		Отчет
Итого часов		18		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
2	Самостоятельное изучение материала	Проверка конспекта	2
3	Работа с конспектом лекций, с учебником, подготовка к практическим занятиям		3
4	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	Проверка домашнего задания	4
5	Самостоятельное изучение материала	Проверка конспекта	3
6	Подготовка к лабораторным работам, к контрольной работе	Проверка отчета Контрольная работа	4
7	Самостоятельное изучение материала	Проверка конспекта	2
8	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	Проверка отчета и домашнего задания	4
9	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
10	Подготовка к практическим занятиям	Проверка домашнего задания	3
11	Работа с конспектом лекций, с учебником		2
12	Подготовка к лабораторным работам, к контрольной работе	Проверка отчета. Контрольная работа	4
13	Самостоятельное изучение материала	Проверка конспекта	2

14	Подготовка к практическим занятиям	Проверка домашнего задания	3
15	Подготовка к практическим занятиям	Проверка домашнего задания	3
16	Подготовка к лабораторным работам	Проверка отчета	3
17	Подготовка к тестированию	Тестирование	3
18	Подготовка к зачету	Зачет	5
ИТОГО:			54

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: информационные лекции, лекции – визуализации, проблемные лекции
5.2	Практические занятия: а) совместное обсуждение вопросов лекций, домашних заданий, решение творческих задач б) проведение контрольных работ;
5.3	Лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ, - защита выполненных работ;
5.4	Самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям , практическим и лабораторным занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка к текущему контролю успеваемости, к контрольным работам, тестированию
5.4	Консультации по всем вопросам учебной программы.

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

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – контрольные работы; – тестирование; - отчет и защита лабораторных работ
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает варианты контрольных работ, тесты, вопросы к отчетам по лабораторным работам, вопросы к зачету. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Контрольная работа по теме «Датчики деформации и температуры»
6.2.2	Контрольная работа по теме «Датчики газового состава, магнитного поля, оптического излучения»
6.2.3	Тестирование по всем типам датчиков

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

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Новокрещенова Е.П.	Введение в сенсорику: учеб. пособие	2011 Печат.	1,0
7.1.1.2	Рембеза Е.С., Рембеза С.И.	Датчики температуры и принципы их работы	2009 Печат.	1,0
7.1.1.3	Рембеза Е.С., Рембеза С.И.	Датчики силы и давления	2009 Печат.	1,0
7.1.1.4	Рембеза Е.С., Рембеза С.И.	Датчики на основе магнитных и оптических эффектов	2010 Печат.	1,0
7.1.1.5	Джексон Р.Г.	Новейшие датчики	2007 Печат.	
7.1.1.6	Фрайден Д.Ж.	Современные датчики	2006 Печат.	
7.1.1.7	Аш Ж.	Датчики измерительных систем. Кн. 1	1992 Печат.	0.5
7.1.1.8	Аш Ж.	Датчики измерительных систем. Кн. 2	1992 Печат.	0.5
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Виглеб Г.	Датчики	1989 Печат.	0.5
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Новокрещенова Е.П.	Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплинам «Физические основы сенсорики» для студентов направления 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» (профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника») и «Твердотельные сенсоры и их применение» для студентов направления 223200.68 «Техническая физика» (магистерская программа подготовки «Физика и техника полупроводников») очной формы обучения	2012 Печат.	1,0
7.1.3.2	Новокрещенова Е.П., Русских Д.В.	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физические основы сенсорики» для студентов специальности 210104 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» очной формы обучения	2007 печат.	1,0
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1				

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Учебные лаборатории: 209/4, 213/4
8.2	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами и проекторами
8.3	Натурные лекционные демонстрации: датчиков деформации, газового состава, температуры и др.
8.4	Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
по дисциплине «Физические основы сенсорики»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспечен- ность
1. Основная литература				
1.1	Новокрещенова Е.П.	Введение в сенсорику: учеб. пособие	2011 Печат.	0,57
1.2	Рембеза Е.С., Рембеза С.И.	Датчики температуры и принципы их рабо- ты	2009 Печат.	1,0
1.3	Рембеза Е.С., Рембеза С.И.	Датчики силы и давления	2009 Печат.	1,0
1.4	Рембеза Е.С., Рембеза С.И.	Датчики на основе магнитных и оптических эффектов	2010 Печат.	1,0
1.5	Джексон Р.Г.	Новейшие датчики. Справочник. М.: Техно- сфера	2007 Печат.	1,0
1.6	Фрайден Д.Ж.	Современные датчики. Справочник. М.: Техносфера	2006 Печат.	1,0
1.7	Аш Ж.	Датчики измерительных систем. Кн. 1	1992 Печат.	0.5
1.8	Аш Ж.	Датчики измерительных систем. Кн. 2	1992 Печат.	0.5
2. Дополнительная литература				
2.1	Виглеб Г.	Датчики. М.: Мир	1989 Печат.	0.5
3 Методические разработки				
3.1	Новокрещенова Е.П.	Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплинам «Физические основы сенсорики» для сту- дентов направления 210100.62 «Электрони- ка и нанoeлектроника» (профиль «Микро- электроника и твердотельная электроника») и «Твердотельные сенсоры и их приме- нение» для студентов направления 223200.68 «Техническая физика»(магистерская про- грамма подготовки «Физика и техника по- лупроводников») очной формы обучения	2012 Печат.	1,0
3.2	Новокрещенова Е.П., Русских Д.В.	Методические указания к выполнению ла- бораторных работ по дисциплине «Физиче- ские основы сенсорики»для студентов спе- циальности 210104 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» очной формы обучения	2007 печат.	1,0

Зав. кафедрой _____ Рембеза С.И.

Директор НТБ _____ Буковшина Т.И.

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

_____ Небольсин В.А.
(подпись)
_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Физические основы сенсорики

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

Изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Протокол № _____ от «___» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ

А.Г. Москаленко

«Согласовано»

С.И. Рембеза

Лист регистрации изменений

Порядко- вый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (за- менить, аннулиро- вать, добавить)	Номер и дата при- каза об изменении	Фамилия и инициа- лы, подпись лица, внесшего изменение	Дата внесе- ния измене- ния