

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 факульте-
та радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____
(подпись)
_____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Функциональная электроника

(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: Свистова Т.В., 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 факульте-
 та радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____
 _____ (подпись)
 _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Функциональная электроника (наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и наноэлектроники

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

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

Часов по УП: 72; Часов по РПД: 72;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 72; Часов по РПД: 72;

Часов на самостоятельную работу по УП: 36 (50 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 36 (50 %);

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 2;

Виды контроля в семестрах (на курсах): экзамены - 0; зачет – 8; зачеты с оценкой - 0;
 курсовые проекты - 0; курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ 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															18	18	18	18
Лабораторные															-	-	-	-
Практические															18	18	18	18
Ауд. занятия															36	36	36	36
Сам. работа															36	36	36	36
Итого															72	72	72	72

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., Свистова Т.В.
(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 “Микроэлектроника 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 изучения дисциплины — изучение физических основ функциональной электроники; основных физических процессов, лежащих в основе действия приборов функциональной электроники; конструкции, параметров, характеристики и области применения приборов и устройств функциональной электроники.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	изучение физических основ работы приборов функциональной электроники, методов анализа физических процессов в приборах и расчета их параметров и характеристик;
1.2.2	выявление связей между принципами работы, параметрами приборов и свойствами материалов, технологическими процессами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	Код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.12
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении курсов	
Б1.Б.5	Математика
Б1.Б.6	Физика
Б1.Б.11	Теоретические основы электротехники
Б1.Б.15	Физика конденсированного состояния
Б1.В.ДВ.4.1	Физика полупроводников
Б1.В.ДВ.4.2	Физика диэлектриков
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б3	Итоговая государственная аттестация

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК-2	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ОПК-7	способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПКВ-1	способность владеть современными методами расчета и проектирования микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования
ПКВ-3	способность 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 основы функциональной электроники: динамические неоднородности; континуальные среды; генераторы динамических неоднородностей; устройство управления динамическими неоднородностями; детектирование динамических неоднородностей (ОПК-1, ПКВ-3);
3.1.2	основные физические процессы, лежащие в основе действия приборов функциональной электроники (ОПК-1, ОПК-2);
3.1.3	конструкции, параметры, характеристики и области применения приборов и устройств функциональной электроники (ПКВ-1).
3.2	Уметь:
3.2.1	применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании физических процессов, лежащих в основе принципов работы приборов и устройств функциональной электроники (ОПК-5, ПКВ-1);
3.3	Владеть:
3.3.1	информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств функциональной электроники (ОПК-7, ПКВ-3);
3.3.2	методами экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов и устройств функциональной электроники (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	Функциональная электроника. Основные понятия	8	1-2	2	-	-	6	8
2	Функциональная акустоэлектроника	8	3-6	4	4	-	6	14
3	Функциональная полупроводниковая электроника	8	7-10	4	4	-	6	14
4	Функциональная магнитоэлектроника	8	11-14	4	4	-	6	14
5	Функциональная криоэлектроника	8	15-16	2	4	-	6	12
6	Функциональная молекулярная электроника и биоэлектроника	8	17-18	2	2	-	6	10
Итого				18	18	-	36	72

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
Раздел 1. Функциональная электроника. Основные понятия		2	
1	Предмет дисциплины и ее задачи. Основные направления функциональной микроэлектроники. Обзор физических явлений и процессов функциональной микроэлектроники: динамические неоднородности; континуальные среды; генераторы динамических неоднородностей; устройство управления динамическими неоднородностями; детектирование динамических неоднородностей.	2	
Раздел 2. Функциональная акустоэлектроника		4	
3	Принципы взаимного преобразования акустических и электрических сигналов. Волны Рэлея. Волны Лява. Типы и свойства поверхностных акустических волн: волны Стоунли, Лэмба, Гуляева-Блюстейна; вытекающие волны. Методы возбуждения и приема акустических волн. Встречно-штыревой преобразователь: эквивалентная схема, параметры. Управление распространением акустических волн: многополосковые ответвители, отражатели. Резонаторы акустических волн. Взаимодействие электронов с поверхностными акустическими волнами. Усиление акустических волн.	2	
5	Пьезоэлектрические преобразователи. Приборы на поверхностных акустических и магнитостатических волнах (ПАВ и МСВ). Конструирование многофункциональных устройств на ПАВ, МСВ. Приборы функциональной акустоэлектроники: линии задержки, генераторы на ПАВ, конвольверы, устройства памяти, Фурье-процессоры.	2	
Раздел 3. Функциональная полупроводниковая электроника		4	
7	Физические основы работы приборов с зарядовой связью (ПЗС). Накопление и перенос заряда, шумовые процессы. Способы реализации и физические ограничения ПЗС. Электрическая объемная неустойчивость в многодолинных полупроводниках. Образование доменов сильного поля; условия их существования и продвижения. Перенос носителей заряда в аморфных полупроводниках, шнурование тока. Квантовые размерные эффекты в полупроводниках.	2	
9	Приборы функциональной полупроводниковой электроники: аналоговые процессоры на ПЗС-структурах, цифровые процессоры на ПЗС-структурах, запоминающие устройства на ПЗС-структурах, БИСПИН-приборы, приборы на волнах пространственного заряда, приборы на основе эффекта Ганна.	2	
Раздел 4. Функциональная магнетоэлектроника		4	
11	Магнитоупорядоченные вещества и их магнитные характеристики. Обменное взаимодействие и магнитная анизотропия. Цилиндрические магнитные домены. Доменные границы. Генерация, деление, перемещение и детектирование цилиндрических магнитных доменов.	2	
13	Магнитоэлектронные запоминающие устройства и носители информации. Процессоры сигналов на цилиндрических маг-	2	

	нитных доменах (ЦМД). Процессоры сигналов на магнито-статических волнах. Запоминающие устройства на (ЦМД). Запоминающие устройства на магнитных вихрях. Магнитные полупроводники и устройства на их основе.		
Раздел 5. Функциональная криоэлектроника		2	
15	Особенности физических процессов в полупроводниках при низких температурах. Приборы на эффекте Джозефсона. Логические элементы на сверхпроводниках.	2	
Раздел 6. Функциональная молекулярная электроника и биоэлектроника		2	
17	Электронные процессы в сложных органических молекулах. Молекулярные устройства. Автоволновая электроника.	2	
Итого часов		18	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
Раздел 2. Функциональная акустоэлектроника		4		
1	Взаимодействие поверхностных акустических волн с электронами проводимости.	2		
3	Анализ процессов в акустоэлектронных приборах и устройствах. Проектирование и расчет акустоэлектронных преобразователей и фильтров на поверхностных акустических волнах.	2		Опрос
Раздел 3. Функциональная полупроводниковая электроника		4		
5	Анализ процессов в приборах и устройствах функциональной полупроводниковой электроники.	2		
7	Элементы запоминающих устройств на приборах с зарядовой связью.	2		Контр. раб.
Раздел 4. Функциональная магнетоэлектроника		4		
9	Анализ процессов в магнетоэлектронных устройствах	2		
11	Элементы запоминающих устройств на ЦМД	2		Опрос
Раздел 5. Функциональная криоэлектроника		4		
13	Сверхпроводниковые материалы и их свойства	2		
15	Основные направления развития приборов криоэлектроники и их принцип действия.	2		Контр. раб.
Раздел 6. Функциональная молекулярная электроника и биоэлектроника		2		
17	Основные направления развития приборов молекулярной электроники и их принцип действия.	2		Опрос
Итого часов		18		

4.3 Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
8 семестр		Зачет	36
1	Подготовка к практическим занятиям	опрос	3
2	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	3
3	Подготовка к практическим занятиям	опрос	3
4	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	3
5	Подготовка к практическим занятиям	опрос	3
6	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	3
7	Подготовка к практическим занятиям	опрос, контр. раб.	3
8	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	3
9	Подготовка к практическим занятиям	опрос	3
10	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	3
11	Подготовка к практическим занятиям	опрос	3
12	Подготовка к зачету	опрос	3

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: информационные лекции; проблемная лекция; лекция с заранее запланированными ошибками
5.2	Практические занятия: а) работа в команде - совместное обсуждение вопросов лекций, домашних заданий, решение творческих задач (метод Делфи); метод дневников; мозговой штурм; б) выступления по темам рефератов; в) проведение контрольных работ;
5.3	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, практическим занятиям, – метод дневников, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка реферата, отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету;
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: – устный опрос;

	– контрольные работы.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные варианты контрольных работ, тестовые задания; вопросы к зачету.
6.2	Темы письменных работ
8 семестр	
6.2.1	ПЗС-приборы
6.2.2	Приборы криоэлектроники
6.3	Другие виды контроля
6.3.1	Реферат по тематике, касающейся физических основ функциональной электроники; основных физических процессов, лежащих в основе действия приборов функциональной электроники; конструкции, параметров, характеристики и области применения приборов и устройств функциональной электроники. Темы рефератов представлены учебно-методическом комплексе дисциплины.

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	Свистова Т.В.	Функциональная электроника [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. - Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014.	2014, электронный ресурс	1,0
7.1.1.2	Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В..	Основы нано- и функциональной: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2013. - 311 с.	2013. Печат.	0,39
7.1.1.3	Щука А.А.	Электроника/ А. А. Щука ; под ред. А.С. Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.	2005. Печат.	0,28
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Смирнов, Ю.А., Соколов С.В., Титов Е. В.	Основы микроэлектроники и микропроцессоров техники : Учеб. пособие / Ю. А. Смирнов. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2013. - 496 с.	2013, печат	0,32
7.1.2.2	Кравченко А.Ф.	Физические основы функциональной электроники: учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2000 - 444с.	2000 Печат.	0,1
7.1.2.3	Щука А.А.	Функциональная электроника: Учебник для вузов: - М.: МИРЭА, 1998.	1988. Печат	0,25
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	<ul style="list-style-type: none"> - Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте: http://vorstu.ru/, - Системные программные средства: Microsoft Windows XP, Microsoft Vista - Прикладные программные средства: Microsoft Office 2007 Pro, FireFox 			
7.1.4.2	Компьютерные практические работы: <ul style="list-style-type: none"> - Проектирование и расчет акустоэлектронных преобразователей и фильтров на поверхностных акустических волнах. 			

7.1.4.4	Мультимедийные лекционные демонстрации:
	Функциональная электроника Функциональная акустоэлектроника Функциональная полупроводниковая электроника Функциональная магнитоэлектроника Функциональная криоэлектроника Функциональная молекулярная электроника и биоэлектроника

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
------------	---

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
дисциплины «Функциональная электроника»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	Свистова Т.В.	Функциональная электроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014.	2014, электронный ресурс	1,0
Л1.2	Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В..	Основы нано- и функциональной: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2013. - 311 с.	2013. Печат.	0,39
Л1.3	Щука А.А.	Электроника/ А. А. Щука ; под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.	2005. Печат.	0,28
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Смирнов, Ю.А., Соколов С.В., Титов Е. В.	Основы микроэлектроники и микропроцессоров техники : Учеб. пособие / Ю. А. Смирнов. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2013. - 496 с.	2013, печат	0,32
Л2.2	Кравченко А.Ф.	Физические основы функциональной электроники: учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2000 - 444с.	2000 Печат.	0,1
Л2.3	Щука А.А.	Функциональная электроника: Учебник для вузов: - М.: МИРЭА, 1998.	1988. Печат	0,25

Зав. кафедрой _____ С.И. Рембеза

Директор НТБ _____ Т.И. Буковшина

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

_____ Небольсин В.А.
(подпись)

_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Функциональная электроника

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

Порядковый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, аннулировать, добавить)	Номер и дата приказа об изменении	Фамилия и инициалы, подпись лица, внесшего изменение	Дата внесения изменения