

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталева В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Элементная база электроники

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль:
Микросистемная техника

Курс: 2, семестр : 4

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	4
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	86
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	12
10	Самостоятельная работа, час.	94
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ КР контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС введен в действие приказом №177 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 31.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ППиМЭ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.ф-м.н. Каменская А. В.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Гайслер В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гайслер В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей; в части следующих результатов обучения:	
32. Знать элементную базу аналоговой и цифровой техники, принцип действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем	
33. Знать особенности характеристик полупроводниковых элементов	
у5. Уметь использовать основы теории полупроводников для постановки и решения задач описания процессов, происходящих в приборах	
Компетенция ФГОС: ОПК.7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
31. Иметь представление о перспективных направлениях развития полупроводниковой элементной базы	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий; в части следующих результатов обучения:	
311. Иметь представление о современных принципах построения теоретических моделей физических процессов в полупроводниковых приборах	
315. Знать физические принципы работы, физическую структуру, основы технологии изготовления и принципы построения интегральных микросхем и функциональных элементов	
у10. Уметь осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем и технологии их изготовления в зависимости от требований к электрическим характеристикам	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Элементная база электроники</i>	
ПК.1.311 Иметь представление о современных принципах построения теоретических моделей физических процессов в полупроводниковых приборах	
1. Иметь представление о современных принципах построения теоретических моделей физических процессов в полупроводниковых приборах	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.315 Знать физические принципы работы, физическую структуру, основы технологии изготовления и принципы построения интегральных микросхем и функциональных элементов	
2. Знать физические принципы работы, физическую структуру, основы технологии изготовления и принципы построения интегральных микросхем и функциональных элементов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.у10 Уметь осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем и технологии их изготовления в зависимости от требований к электрическим характеристикам	
3. Уметь осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем и технологии их изготовления в зависимости от требований к электрическим характеристикам	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.3.32 Знать элементную базу аналоговой и цифровой техники, принцип действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем	
4. Знать элементную базу аналоговой и цифровой техники, принцип действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.3.33 Знать особенности характеристик полупроводниковых элементов	
5. Знать особенности характеристик полупроводниковых элементов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

ОПК.3.у5 Уметь использовать основы теории полупроводников для постановки и решения задач описания процессов, происходящих в приборах	
6. Уметь использовать основы теории полупроводников для постановки и решения задач описания процессов, происходящих в приборах	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.7.з1 Иметь представление о перспективных направлениях развития полупроводниковой элементной базы	
7. Иметь представление о перспективных направлениях развития полупроводниковой элементной базы	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Физические явления в электронно-дырочном переходе				
1. Электропроводность собственных и примесных полупроводников.	0	2	1, 7	
2. Электронно-дырочный переход	0	4	1, 2	
Дидактическая единица: Полупроводниковые диоды				
3. Свойства параметров выпрямляющих контактов металл-полупроводник	0	4	2	Мультимедийная лекция
4. Стабилитроны. Импульсные диоды.	0	4	5, 6	
5. Туннельные диоды.	0	4	2, 7	
Дидактическая единица: Биполярные транзисторы				
6. Физические основы работы, ВАХ и параметры, применение биполярных транзисторов.	0	6	2	
Дидактическая единица: Полевые транзисторы.				
7. Конструкции и принцип работы полевых транзисторов.	0	4	2, 6	
8. Параметры и статические ВАХ ПТ.	0	4	3	
9. Приборы с зарядовой связью.	0	4	5	

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Физические явления в электронно-дырочном переходе				
1. Исследование вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов	2	4	6	Лабораторная работа по исследованию ВАХ полупроводниковых диодов. Работа на стендах в 4-122.
Дидактическая единица: Полупроводниковые диоды				

2. Температурные зависимости ВАХ выпрямительных диодов.	3	4	3, 4, 5	Выполнение лабораторных работ в 4-122. Выполнение работы и защита.
3. Исследование ВАХ стабилитронов.	3	4	3, 7	Работа в лаборатории 4-122. Выполнение и защита.
Дидактическая единица: Биполярные транзисторы				
4. Исследование статических ВАХ БТ.	3	4	3, 4	Снятие статических ВАХ БТ, защита лабораторной работы.
Дидактическая единица: Полевые транзисторы.				
5. Статические ВАХ ПТ.	0	2	4	Исследование ВАХ ПТ в лаборатории.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Физические явления в электронно-дырочном переходе				
1. Токи электронно-дырочном переходе	2	2	2, 5	Практическое занятие с изучением токов через переходы.
2. Барьерная и диффузионная емкости электронно-дырочного перехода.	4	2	3, 5	Практическое занятие в компьютерном классе.
Дидактическая единица: Полупроводниковые диоды				
3. Омические и выпрямляющие контакты.	0	2	4	Работа в терминальном классе.
5. Применение туннельных диодов.	0	2	4	Работа в компьютерном классе.
7. Режимы работы БТ. Параметры БТ.	1	2	3, 7	Практическая работа в компьютерном классе.
Дидактическая единица: Биполярные транзисторы				
9. Статические ВАХ БТ. Модель Эберса-Молла.	0	2	4, 6	Моделирование ВАХ БТ.
Дидактическая единица: Полевые транзисторы.				
10. Моделирование статических ВАХ ПТ с управляющим р-п переходом.	0	2	1, 4	Работа в компьютерном классе.
11. Моделирование статических ВАХ полевых транзисторов с индуцированным каналом.	0	2	5	Работа в компьютерном классе.
12. Физические процессы в ПЗС-структурах.	0	2	5, 6	Работа в аудитории.

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Физические явления в электронно-дырочном переходе				
1. Электропроводность полупроводниковых материалов.	0	10	1	Работа с литературой.
Дидактическая единица: Полупроводниковые диоды				

2. Изучение процессов в равновесных и неравновесных электронно-дырочных переходах.	0	10	2, 6	Самостоятельная работа с литературой.
5. Подготовка к контрольным работам.	0	10	4, 5	Самостоятельная работа с конспектом и литературой.
Дидактическая единица: Биполярные транзисторы				
3. Самостоятельная работа по подготовке к занятиям, зачету и курсовому проекту.	0	20	1, 6	Работа самостоятельная с литературой.
Дидактическая единица: Полевые транзисторы.				
4. Изучение материала по полевым транзисторам	0	20	6, 7	Работа с литературой для выполнения курсового проекта, подготовки к занятиям, подготовке к аттестации.
6. Подготовка к экзамену.	0	10	3, 7	Самостоятельная работа с конспектом и литературой при подготовке к экзамену.

Таблица 3.5

	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Полупроводниковые диоды 2				
0.	0	0		

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	Контрольные работы	2, 3, 4	2	2
Ответы на вопросы: Элементная база электроники : методическое руководство к лабораторным работам для РЭФ направления 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" по дисциплине "Элементная база электроники" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2012. - 38, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171011 Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346				
2	РГЗ	2, 3	8	4
реферат: Элементная база электроники : методическое руководство к лабораторным работам для РЭФ направления 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" по дисциплине "Элементная база электроники" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2012. - 38, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171011 Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346				
3	Курсовая работа	2, 3, 4	2	2

работа с литературой: Элементная база электроники : методическое руководство к лабораторным работам для РЭФ направления 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" по дисциплине "Элементная база электроники" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2012. - 38, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171011 Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346				
4	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4	0	0
работа с литературой: Элементная база электроники : методическое руководство к лабораторным работам для РЭФ направления 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" по дисциплине "Элементная база электроники" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2012. - 38, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171011 Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346				
5	Дополнительная учебная деятельность	1, 2, 3, 4	2	2
Презентация: Элементная база электроники : методическое руководство к лабораторным работам для РЭФ направления 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" по дисциплине "Элементная база электроники" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2012. - 38, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171011 Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346				
6	Подготовка к аттестации	2, 3, 4	0	2
основные вопросы по дисциплине: Элементная база электроники : методическое руководство к лабораторным работам для РЭФ направления 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" по дисциплине "Элементная база электроники" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2012. - 38, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171011 Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346				
7	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	80	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Элементная база электроники : методическое руководство к лабораторным работам для РЭФ направления 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" по дисциплине "Элементная база электроники" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2012. - 38, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171011 Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	ЭБС

Консультирование	Портал НГТУ
Контроль	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Тренинг-семинар
Краткое описание применения: Анализ электронно-дырочного перехода. Индивидуальные выступления с групповым обсуждением.	
2	Тренинг-семинар
Краткое описание применения:	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Лабораторная:</i> лабораторные работы	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Элементная база электроники : методическое руководство к лабораторным работам для РЭФ направления 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" по дисциплине "Элементная база электроники" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2012. - 38, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171011 "		
<i>Контрольные работы:</i> контрольная работа	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Элементная база электроники : методическое руководство к лабораторным работам для РЭФ направления 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" по дисциплине "Элементная база электроники" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2012. - 38, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171011 "		
<i>РГЗ:</i>	15	30
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346 "		
<i>Курсовая работа:</i>	0	100 (в состав баллов за КР)
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346 "		
<i>Экзамен:</i> экзамен	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346 "		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля				
		Защита ЛР	Контр. раб.	Защита РГЗ	Защита КП/КР	Экзамен
ОПК.3	з2. Знать элементную базу аналоговой и цифровой техники, принцип действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем			+		+
	з3. Знать особенности характеристик полупроводниковых элементов	+			+	+
	у5. Уметь использовать основы теории полупроводников для постановки и решения задач описания процессов, происходящих в приборах	+		+		+
ОПК.7	з1. Иметь представление о перспективных направлениях развития полупроводниковой элементной базы					+
ПК.1	з11. Иметь представление о современных принципах построения теоретических моделей физических процессов в полупроводниковых приборах	+	+			+
	з15. Знать физические принципы работы, физическую структуру, основы технологии изготовления и принципы построения интегральных микросхем и функциональных элементов	+	+			+
	у10. Уметь осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем и технологии их изготовления в зависимости от требований к электрическим характеристикам	+				+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Старосельский В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие [для вузов по направлению 210100 "Электроника и микроэлектроника"] / В. И. Старосельский. - М., 2011. - 463 с. : ил., табл.
2. Пасынков В. В. Полупроводниковые приборы : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров "Электроника и микроэлектроника" и по направлению подготовки дипломированных специалистов "Электроника и микроэлектроника"] / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - М., 2006. - 478, [1] с. : ил.
3. ЭБС IPRbooks [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 2010. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Коваленко А. А. Основы микроэлектроники : учебное пособие / А. А. Коваленко, М. Д. Петропавловский. - Москва, 2010
2. Щука А. А. Электроника : [учебное пособие для вузов по направлению 654100 "Электроника и микроэлектроника"] / А. А. Щука ; под ред. А. С. Сигова. - Санкт-Петербург, 2006. - 799 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Элементная база электроники : методическое руководство к лабораторным работам для РЭФ направления 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" по дисциплине "Элементная база электроники" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2012. - 38, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171011

2. Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ (направление 210100 - Электроника и микроэлектроника) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066346

3. Бялик А. Д. Элементная база электроники. Задачник : учебно-методическое пособие / А. Д. Бялик, А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 44, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232419

4. Бялик А. Д. Физические основы электроники. Транзисторы. Гальваномангнитные и термоэлектрические приборы. Оптоэлектронные приборы : [учебное пособие] / А. Д. Бялик, А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2017. - 89, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235437

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MathCAD

2 Word2TeX

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Комплект мультимедийного оборудования	Используется в учебном процессе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Элементная база электроники

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль:
Микросистемная техника

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Элементная база электроники приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	з2. Знать элементную базу аналоговой и цифровой техники, принцип действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем	Исследование статических ВАХ БТ. Моделирование статических ВАХ ПТ с управляющим р-п переходом. Омические и выпрямляющие контакты. Подготовка к контрольным работам. Применение туннельных диодов. Статические ВАХ ПТ. Статические ВАХ БТ. Модель Эберса-Молла. Температурные зависимости ВАХ выпрямительных диодов.	Исследование статических ВАХ БТ. Моделирование статических ВАХ ПТ с управляющим р-п переходом.	Омические и выпрямляющие контакты.
ОПК.3	з3. Знать особенности характеристик полупроводниковых элементов	Барьерная и диффузионная емкости электронно-дырочного перехода. Подготовка к контрольным работам. Приборы с зарядовой связью. Стабилитроны. Импульсные диоды. Температурные зависимости ВАХ выпрямительных диодов. Токи электронно-дырочном переходе	Температурные зависимости ВАХ выпрямительных диодов. Токи электронно-дырочном переходе	Приборы с зарядовой связью. Стабилитроны. Импульсные диоды. Барьерная и диффузионная емкости электронно-дырочного перехода.
ОПК.3	у5. Уметь использовать основы теории полупроводников для постановки и решения задач описания процессов, происходящих в приборах	Изучение процессов в равновесных и неравновесных электронно-дырочных переходах. Исследование вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов Конструкции и принцип работы полевых транзисторов. Самостоятельная работа по подготовке к занятиям, зачету и курсовому проекту. Стабилитроны. Импульсные диоды. Физические процессы в ПЗС-структурах.	Изучение процессов в равновесных и неравновесных электронно-дырочных переходах. Исследование вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов	Стабилитроны. Импульсные диоды. Физические процессы в ПЗС-структурах.
ОПК.7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	з1. Иметь представление о перспективных направлениях развития полупроводниковой элементной базы	Туннельные диоды.		Туннельные диоды.

ПК.1/НИ способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий	з11. Иметь представление о современных принципах построения теоретических моделей физических процессов в полупроводниковых приборах	Электронно-дырочный переход. Электропроводность собственных и примесных полупроводников.	Электронно-дырочный переход. Электропроводность собственных и примесных полупроводников.	
ПК.1/НИ	з15. Знать физические принципы работы, физическую структуру, основы технологии изготовления и принципы построения интегральных микросхем и функциональных элементов	Конструкции и принцип работы полевых транзисторов. Свойства параметры выпрямляющих контактов металл-полупроводник Токи электронно-дырочном переходе .Физические основы работы, ВАХ и параметры, применение биполярных транзисторов. Электронно-дырочный переход	Конструкции и принцип работы полевых транзисторов	Свойства параметры выпрямляющих контактов металл-полупроводник
ПК.1/НИ	у10. Уметь осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем и технологии их изготовления в зависимости от требований к электрическим характеристикам	Исследование статических ВАХ БТ.	Физические основы работы, ВАХ и параметры, применение биполярных транзисторов. Электронно-дырочный переход	

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ОПК.7, ПК.1/НИ.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа, курсовая работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы, курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.3, ОПК.7, ПК.1/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Элементная база электроники», 4 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов носители заряда в полупроводниках, второй вопрос из диапазона вопросов физические явления в р-п-переходе, полупроводниковые диоды, третий вопрос выбирается из диапазона физические принципы работы полевых и биполярных транзисторов. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Элементная база электроники»

1. Вопрос 1 Дрейфовый и диффузионный токи в полупроводниках
2. Вопрос 2. Анализ равновесного р-п-перехода
3. Вопрос 3 Входные и выходные статические ВАХ БТ в схеме с ОБ

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 20 баллов *баллов*.
Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-27

баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 27-34 *балла*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 34-40 *баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Элементная база электроники»

1. Энергетические зонные диаграммы полупроводниковых материалов. Движение электронов в твердом теле.
2. Механизм собственной и примесной электропроводности полупроводников.
3. Дрейфовый ток в полупроводниках. Подвижность носителей заряда.
4. Диффузионный ток в полупроводниках.
5. Встроенное электрическое поле в полупроводниках (неравномерное распределение примеси в материале).
6. Анализ равновесного р-п перехода. (Энергетическая диаграмма, распределение подвижных носителей заряда в переходе).
7. Высота равновесного потенциального барьера, зависимость от концентрации легирующей примеси, ширина равновесного р-п перехода.
8. Анализ перехода в неравновесном состоянии. Инжекция и экстракция носителей заряда. Распределение носителей заряда в переходе при прямом смещении.
9. ВАХ идеализированного диода. Основные положения (допущения) модели.
10. Обратная ВАХ реального диода. Причины отличия от идеализированного. (на примере германиевых и кремниевых диодов)
11. Прямая ВАХ реального диода. Причины отличия от идеализированного. (на примере германиевых и кремниевых диодов)
12. Основные технологические операции, применяемые при изготовлении полупроводниковых приборов.
13. Лавинный пробой р-п-перехода.
14. Туннельный пробой р-п-перехода.
15. Тепловой, поверхностный пробой.
16. Физические процессы, протекающие при образовании выпрямляющих контактов металл-полупроводник.(на примере металл – полупроводник п-типа)
17. Физические процессы, протекающие при образовании выпрямляющих контактов металл-полупроводник.(на примере металл – полупроводник р-типа)

18. Физические процессы, которые имеют место при образовании омических контактов металл-полупроводник (на примере металл полупроводник п-типа)
19. Физические процессы при образовании омических контактов металл-полупроводник.(металл – полупроводник р-типа)
20. Стабилитроны (применение и параметры).
21. Зависимость температурного коэффициента стабилизации для стабилитронов от величины напряжения стабилизации.
22. Плоскостные транзисторы. Принцип работы в схемах с общей базой. Режимы работы.
23. Плоскостные транзисторы. Принцип работы в схемах с общим эмиттером.
24. Режимы работы биполярных транзисторов - отсечки, насыщения и активного режима. Энергетические диаграммы.
25. Коэффициенты передачи тока в схемах с общей базой и общим эмиттером. Эффект модуляции толщины базы.
26. Статические входные ВАХ БТ для схемы с общей базой.
27. Статические выходные ВАХ БТ для схемы с общей базой.
28. Характеристики передачи тока для схемы с общей базой.
29. Характеристики обратной связи по напряжению в схемах с общей базой.
30. Дифференциальные параметры биполярного транзистора как четырехполюсника. Z – параметры.
31. Дифференциальные параметры биполярного транзистора как четырехполюсника. Y – параметры.
32. Дифференциальные параметры биполярного транзистора как четырехполюсника. H – параметры.
33. Структура и особенности конструкции интегрального биполярного транзистора.
34. Физические основы работы четырехслойных структур при диодном включении.
35. Разновидности конструкции тиристоров и их ВАХ.
36. Полевые транзисторы с управляемым р-п переходом. Конструкции, схемы включения. Основные параметры.
37. Объяснение выходных и передаточных ВАХ ПТУП. Физические процессы, объясняющие их ВАХ.
38. Полевые транзисторы с изолированным затвором, со встроенным каналом (принцип действия, схемы включения, основные параметры).
39. Выходные и передаточные ВАХ МДП транзисторов со встроенным каналом (зависимость от температуры выходных ВАХ).
40. МДП транзисторы с индуцированным каналом. Пороговое напряжение.
41. Выходные и передаточные ВАХ МДП транзисторов с индуцированным каналом.
42. Физические основы работы приборов с зарядовой связью.
43. Туннельные диоды.
44. Лавинно-пролетные диоды.
45. Генераторы Ганна.
46. Гетеропереходы.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Элементная база электроники», 4 семестр

Контрольная работа проводится по теме анализ равновесного электронно-дырочного перехода -, включает 5 заданий. Выполняется письменно.

1. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если из 5 вопросов лишь два правильных ответа. Оценка составляет 0-9 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если ответы имеются на все вопросы, но недостаточно корректны. Оценка составляет 10-12 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если имеются правильные ответы с некоторыми ограничениями. Оценка составляет 13-16 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если отсутствуют замечания по всем пяти вопросам. Оценка составляет 17-20 баллов.

2. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

При сдаче экзамена суммарная оценка учитывает результаты контрольной по соответствующему разделу.

3. Пример варианта контрольной работы

- Собственные и примесные полупроводники
- Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда в полупроводниках
- Дрейфовая и диффузионная электропроводности
- Равновесное состояние р-п-перехода
- Неравновесное состояние р-п-перехода

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Элементная база электроники», 4 семестр

1. Методика оценки.

Задание: Рассчитать основные параметры и характеристики полупроводникового прибора.

Структура: Альбомный вариант машинописного текста формат – А4

Этапы выполнения и защиты: Консультация с преподавателем по разделам курсовой работы (выбор теоретического материала, согласование рассчитанных параметров, представление структурной схемы, графическое изображение характеристик)

Оцениваемые позиции:

- Понимание физических процессов, происходящих в приборе ,
- Качество представленных иллюстраций
- Обоснование выбора электрофизических параметров материала.

2. Критерии оценки.

- работа считается **не выполненной**, если у студента отсутствует понимание физических особенностей работы прибора, оценка составляет менее 50 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если студент слабо ориентируется в физических особенностях работы прибора, не может обосновать выбор параметров для расчета. оценка составляет 50-72 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если студент грамотно объясняет курсовую работу, но не справляется со сроками представления к защите по неуважительной причине, оценка составляет 73-84 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если студент защищает курсовую работу с полным пониманием содержания, если работа выполнена в срок при качественном оформлении ее, оценка составляет 85-100 баллов.

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Оценка за курсовую работу выставляется независимо от общей оценки за дисциплину. Оценивается курсовая работа по общепринятой балльно-рейтинговой системе. Вопросы, выносимые на зачет (или экзамен), могут включать также вопросы по курсовой работе.

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

- Расчет параметров МДП-транзистора с ионно-легированным каналом обедненного типа.
- Расчет параметров полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.
- Расчет параметров арсенид-галлиевого полевого транзистора с высокой подвижностью электронов.
- Расчет параметров диодов Шоттки
- Расчет статических характеристик биполярных интегральных транзисторов.

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

- Объяснить физические процессы при работе полупроводниковых приборов (биполярных транзисторов, полевых транзисторов с изолированным затвором, полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом, импульсных диодов, диодов Шоттки).
- Основные параметры диффузионных р-п-переходов.
- Токи в контакте металл-полупроводник.
- Токи диффузионных переходов.
- Пробой р-п-перехода, основные соотношения.
- Конструктивные особенности биполярных транзисторов интегральных микросхем.
- Малосигнальные параметры биполярных транзисторов.
- Объяснить выходные вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов для различных схем включения.
- Объяснить выходные вольт-амперные характеристики полевых транзисторов со встроенным и индуцированным каналами.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Элементная база электроники», 4 семестр

• Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны провести расчеты основных параметров биполярных транзисторов интегральных схем, таких как токи и коэффициенты передачи для соответствующих исходных данных. В качестве исходных данных задаются следующие параметры:

- Глубина залегания эмиттерного перехода
- Глубина залегания коллекторного перехода
- Концентрация доноров на поверхности эмиттера
- Толщина эпитаксиальной пленки коллектора
- Концентрация акцепторов на поверхности базы
- Концентрация доноров в эпитаксиальной пленке коллектора
- Время жизни электронов в базе
- Скорость поверхностной рекомбинации
- Площадь эмиттера.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны изучить технологию изготовления интегральных биполярных транзисторов, рассмотреть особенности структуры БТ ИС, провести анализ основных формул для необходимых расчетов, таких как:

- Ширина базы
- Время диффузии сквозь базу
- Нормальный коэффициент передачи
- Токи в модели Эберса-Молла

Обязательные структурные части РГЗ:

Титульный лист Лист задания с
исходными данными

Краткое описание технологии изготовления

Структура биполярного транзистора ИС

Расчеты соответствующих параметров

Графическое представление расчетов

Список использованной литературы

Оцениваемые позиции: достоверность результатов, качество выполнения, устная защита РГЗ.

• Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует описание конструкции и особенностей технологического процесса изготовления БТ ИС, расчеты выполнены с ошибками. оценка составляет __ 0-15 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) частично не соответствуют требованиям, таким как неточность расчетов по некоторым позициям, неаккуратность графических работ, слабая защита РГЗ, то оценка составляет 16-20

баллов.

- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, но при защите РГЗ имеются некоторые недочеты, то оценка составляет 21-25 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, в работе имеется оценка последних современных технологических процессов изготовления БТ ИС, особенности параметров последних разработок ИБТ, оценка составляет 26-30 баллов.

- **Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Темы РГЗ входят в общий список вопросов, изучаемых студентами в курсе. При зачете РГЗ соответствующие темы исключаются из общего списка вопросов, а балл, полученный при защите РГЗ, учитывается при выводе конечной оценки по дисциплине. Коэффициент учета соответствует количеству часов, отводимых на изучение соответствующего раздела в учебном плане.

Примерный перечень тем РГЗ(Р)

- Расчеты для коллекторного диффузионного перехода ИБТ с заданными исходными данными
- Расчеты токов диффузионных переходов с заданными напряжениями коллектора и эмиттора
- Токи в контакте металл-полупроводник
- Пробой р-п-перехода.
- Малосигнальные параметры биполярных транзисторов.