

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

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Актуальные проблемы современной нанотехнологии

Образовательная программа: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, магистерская программа: Компоненты микро- и наносистемной техники

Курс: 1, семестр : 1

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	65
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	9
10	Самостоятельная работа, час.	79
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС введен в действие приказом №990 от 09.09.2015 г. , дата утверждения: 05.10.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.04.01 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:

профессор, д.т.н. Величко А. А.

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.1 способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения; в части следующих результатов обучения:	
з6. знать передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области нанотехнологии и микросистемной техники	
Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	
Компетенция ФГОС: ОПК.5 готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	
Компетенция ФГОС: ПК.1 готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития нанотехнологии и микросистемной техники, а также смежных областей науки и техники	
у3. владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях нанотехнологии и микросистемной техники	
Компетенция ФГОС: ПК.4 готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники	
у3. иметь опыт работы с периодической научной литературой, дискуссий на заданную тему и выступлений на научных семинарах	
у4. уметь делать доклады на заданную научную тему	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности; в части следующих результатов обучения:	
з2. иметь представление о патентных и литературных источниках по разрабатываемой теме	

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>Актуальные проблемы современной нанотехнологии</i>	
ОПК.1.з6 знать передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области нанотехнологии и микросистемной техники	
1.О современном уровне развития различных областей электроники.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2.Об основных направлениях применения изделий микроэлектроники.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
3.О этапах разработки и изготовления интегральных схем.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4.Тенденции развития и взаимосвязь различных направлений электроники.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
5.Экономические законы развития современных направлений электроники.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

6.Перспективы развития различных направлений микро и наноэлектроники, силовой электроники	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
7.Проводить анализ динамики развития своей отрасли науки.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
8.проводить техническую экспертизу перспектив развития различных отраслей электроники	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
9.Проводить технико-экономический анализ перспектив развития различных отраслей электроники	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
10.Методами анализа техникоэкономического анализа перспективности различных направлений развития микро- и наноэлектроники	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
11.Современные методы и производства ИС.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.31 знать основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития нанотехнологии и микросистемной техники, а также смежных областей науки и техники	
12.О перспективах и тенденциях развития электроники.	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.1.у3 владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях нанотехнологии и микросистемной техники	
13.О существующих принципах создания электронных приборов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.у1 уметь использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	
14.уметь использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.4.у1 уметь самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	
15.уметь самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.4.у2 уметь оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники	
16.уметь оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.4.у3 иметь опыт работы с периодической научной литературой, дискуссий на заданную тему и выступлений на научных семинарах	
17.иметь опыт работы с периодической научной литературой, дискуссий на заданную тему и выступлений на научных семинарах	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.4.у4 уметь делать доклады на заданную научную тему	
18.уметь делать доклады на заданную научную тему	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.5.у1 уметь оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	
19.уметь оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.32 иметь представление о патентных и литературных источниках по разрабатываемой теме	
20.иметь представление о патентных и литературных источниках по разрабатываемой теме	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Роль поверхности в создании устройств микро и нанотехнологий				
1. Поверхность и её свойства.. Поверхностный потенциал . Поверхностные состояния. Уровни Тамма . Быстрые и медленные поверхностные состояния.	0	2	1, 13, 2	
Дидактическая единица: Микро и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства				
2. Микрокластеры и их энергетическое состояние .Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Межфазные границы и их свойства . Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение.	0	2	19, 2, 20, 3, 4	Лекция
Дидактическая единица: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВИДОВ ЭПИТАКСИИ				
3. Достижения молекулярно-лучевой эпитаксии Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.	0	2	13, 15, 18, 3, 6, 7, 8	Лекция
Дидактическая единица: СОЗДАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ МЕТОДАМИ ЛИТОГРАФИИ				
4. Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно-лучевая литография Рентгеновская литография .	0	2	11, 12, 17, 4	Лекция
Дидактическая единица: Литография высокого разрешения				
5. Методы безмасочной технологии..Электронный и ионный луч как инструмент современной технологии..	0	2	10, 14, 15, 19, 8, 9	Лекция
Дидактическая единица: Квантовые основы наноинженерии				
6. Эффект размерного квантования . Квантовое ограничение . Интерференционные эффекты...Туннелирование..Устройства на основе квантовых эффектов	0	2	16, 3, 4, 5, 6	Лекция

Дидактическая единица: Технология тонких пленок и многослойных структур				
7. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок ..Жидкофазная эпитаксия.Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений... Молекулярно-лучевая эпитаксия..	0	2	1, 18, 20, 4	Лекция
Дидактическая единица: Многослойные наноструктуры				
8. Многослойное осаждение посредством магнетронного распыления. Электролитическое осаждение Поверхностные наноструктуры Получение поверхностных структур методом МЛЭ .Получение поверхностных структур методом газовой фазной эпитаксии..Химическая сборка поверхностных наноструктур ..Низкоразмерные структуры на основе пористого кремния..	0	2	13, 14, 15, 17, 3, 5, 6	Лекция
Дидактическая единица: Физическая природа сверхпроводимости				
9. Сверхпроводники первого и второго рода .Теория Бардина – Купера – Шриффера . Эффект Джозефсона.. Эффект Мейснера.. История открытия высокотемпературной сверхпроводимости .Методы получения ВТСП пленок .Применение ВТСП материалов .	0	2	14, 16, 2, 3, 4, 6, 7	Лекция

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Роль поверхности в создании устройств микро и нанотехнологий				
1. Поверхность и её свойства.. Поверхностный потенциал . Поверхностные состояния. Уровни Тамма . Быстрые и медленные поверхностные состояния.	0	4	1, 11, 3, 5	практическая работа
Дидактическая единица: Микро и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства				

2. Микрокластеры и их энергетическое состояние .Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Межфазные границы и их свойства . Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение.	0	4	15, 2, 20, 3, 4	Решение задач
Дидактическая единица: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВИДОВ ЭПИТАКСИИ				
3. Достижения молекулярно-лучевой эпитаксии Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.	0	4	13, 18, 20, 3	Решение задач
Дидактическая единица: СОЗДАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ МЕТОДАМИ ЛИТОГРАФИИ				
4. Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно-лучевая литография Рентгеновская литография .	0	4	16, 19, 2, 3, 4, 5	Решение задач
Дидактическая единица: Литография высокого разрешения				
5. Методы безмасочной технологии..Электронный и ионный луч как инструмент современной технологии..	0	4	10, 11, 17, 18, 3, 6, 7, 8, 9	Решение задач
Дидактическая единица: Квантовые основы нанотехнологий				
6. Эффект размерного квантования . Квантовое ограничение . Интерференционные эффекты...Туннелирование..Устройства на основе квантовых эффектов	0	4	1, 11, 17, 2, 3	Решение задач
Дидактическая единица: Технология тонких пленок и многослойных структур				
7. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок ..Жидкофазная эпитаксия.Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений... Молекулярно-лучевая эпитаксия..	0	4	15, 16, 19, 20, 3, 4	Решение задач
Дидактическая единица: Многослойные наноструктуры				

8. Многослойное осаждение посредством магнетронного распыления. Электролитическое осаждение Поверхностные наноструктуры Получение поверхностных структур методом МЛЭ .Получение поверхностных структур методом газофазной эпитаксии..Химическая сборка поверхностных наноструктур ..Низкоразмерные структуры на основе пористого кремния..	0	4	1, 2	Решение задач
Дидактическая единица: Физическая природа сверхпроводимости				
9. Сверхпроводники первого и второго рода .Теория Бардина – Купера – Шриффера . Эффект Джозефсона.. Эффект Мейснера.. История открытия высокотемпературной сверхпроводимости .Методы получения ВТСП пленок .Применение ВТСП материалов .	0	4	2, 3	Практическая работа

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Контрольные работы	1, 10, 11, 15, 16, 17, 2, 4, 8	3	3
: Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектрометрии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091				
2	РГЗ	14, 15, 16, 17, 19, 20, 3, 7, 8, 9	3	3
: Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектрометрии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091				
3	Подготовка к занятиям	1, 11, 13, 15, 17, 18, 2, 20, 3	0	0
: Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектрометрии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091				
4	Дополнительная учебная деятельность	1, 12, 18, 19, 5	73	0
: Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектрометрии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091				
5	Подготовка к аттестации	13, 14, 17, 19, 3, 5, 6	0	3

: Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектроскопии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091

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	e-mail; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Контроль	Личный типовой сайт; Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	e-mail; Портал НГТУ; ЭБС

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: 1		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	10	20
<i>Контрольные работы:</i>	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектроскопии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091 "		
<i>РГЗ:</i>	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектроскопии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091 "		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектроскопии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091 "		

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

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Зачет
ОПК.1	з6. знать передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области нанотехнологии и микросистемной техники	+	+	+
ОПК.2	у1. уметь использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры			+
ОПК.4	у1. уметь самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области			+

ОПК.5	у1. уметь оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	+	+	+
ПК.1	з1. знать основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития нанотехнологии и микросистемной техники, а также смежных областей науки и техники			+
	у3. владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях нанотехнологии и микросистемной техники			+
ПК.4	у2. уметь оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники	+		+
	у3. иметь опыт работы с периодической научной литературой, дискуссий на заданную тему и выступлений на научных семинарах		+	+
	у4. уметь делать доклады на заданную научную тему	+		+
ПК.5	з2. иметь представление о патентных и литературных источниках по разрабатываемой теме	+		+

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

7. Литература

Основная литература

1. Кузнецов Н. Т. Основы нанотехнологии / Н. Т. Кузнецов. - Москва, 2014
2. Информio [Электронный ресурс] : информационный продукт. - [Россия], 2009. - Режим доступа: <http://www.informio.ru>. - Загл. с экрана.
3. 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.
4. Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил.
5. Гридчин В. А. Физика микросистем. Ч. 1 : Учебное пособие для вузов / В. А. Гридчин, В. П. Драгунов; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 415 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/04_gridchin.pdf

Дополнительная литература

1. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры : [монография] / под ред. Л. Ченга и К. Плога ; пер. с англ. Ж. И. Алферева и Ю. В. Шмарцева. - М., 1989. - 582 с. : ил.
2. Красников Г. Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов. В 2 ч.. Ч. 2 / Г. Я. Красников. - М., 2004. - 535 с. : ил.
3. Физика тонких пленок. Современное состояние исследований и технические применения. Т. 3 / под общ. ред. Г. Хасса, Р. Э. Туна ; пер. с англ. под ред. В. Б. Сандомирского. - М., 1968. - 331 с. : ил.
4. Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 131, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062

5. Драгунов В. П. Основы наноэлектроники : учебное пособие для вузов по специальности 200100 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и 201900 "Микросистемная техника" / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 494 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/04_dragunov.pdf

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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектрометрии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 27, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091
2. Величко А. А. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Ч. 2 : учебное пособие / А. А. Величко, Н. И. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 225, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208144

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Комплект мультимедийного оборудования	Проведение семинарских занятий, презентаций.
2	Зондовый микроскоп для проведения исследований в области нанотехнологий	Исследование морфологии поверхности эпитаксиальных пленок

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Актуальные проблемы современной нанотехнологии** 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.1 способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	зб. знать передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области нанотехнологии и микросистемной техники	Методы безмасочной технологии..Электронный и ионный луч как инструмент современной технологии.. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок ..Жидкофазная эпитаксия.Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений... Молекулярно-лучевая эпитаксия.. Микрокластеры и их энергетическое состояние .Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Межфазные границы и их свойства . Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение. Микрокластеры и их энергетическое состояние .Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Межфазные границы и их свойства . Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение. Сверхпроводники первого и второго рода .Теория Бардина – Купера – Шриффера . Эффект Джозефсона.. Эффект Мейснера.. История открытия высокотемпературной сверхпроводимости .Методы получения ВТСП пленок .Применение ВТСП материалов . Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно-	Контрольные работы РГЗ, разделы... Молекулярно-лучевая эпитаксия	Зачет, вопросы... 8-9 16-18, 20 -23

		лучевая литография Рентгеновская литография . Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно- лучевая литография Рентгеновская литография . Достижения молекулярно- лучевой эпитаксии Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Многослойное осаждение посредством магнетронного распыления. Электролитическое осаждение Поверхностные наноструктуры Получение поверхностных структур методом МЛЭ .Получение поверхностных структур методом газофазной эпитаксии..Химическая сборка поверхностных наноструктур ..Низкоразмерные структуры на основе пористого кремния.. Поверхность и её свойства.. Поверхностный потенциал . Поверхностные состояния. Уровни Тамма . Быстрые и медленные поверхностные состояния. Эффект размерного квантования . Квантовое ограничение . Интерференционные эффекты...Туннелирование..Ус тройства на основе квантовых эффектов		
ОПК.2 способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	у1. уметь использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Методы безмасочной технологии..Электронный и ионный луч как инструмент современной технологии.. Многослойное осаждение посредством магнетронного распыления. Электролитическое осаждение Поверхностные наноструктуры Получение поверхностных структур методом МЛЭ .Получение поверхностных структур методом газофазной эпитаксии..Химическая сборка поверхностных наноструктур ..Низкоразмерные структуры на основе пористого кремния..		Зачет, вопросы..3-5, 8-9
ОПК.4 способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	у1. уметь самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Многослойное осаждение посредством магнетронного распыления. Электролитическое осаждение Поверхностные наноструктуры Получение поверхностных структур методом МЛЭ .Получение поверхностных структур методом газофазной эпитаксии..Химическая сборка поверхностных наноструктур ..Низкоразмерные структуры		Зачет, вопросы.17- 20..

		на основе пористого кремния..		
ОПК.5 готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	у1. уметь оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Методы безмасочной технологии..Электронный и ионный луч как инструмент современной технологии.. Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно-лучевая литография Рентгеновская литография .	Контрольные работы РГЗ, разделы..Литография.	Зачет, вопросы... 3-8
ПК.1/НИ готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	з1. знать основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития нанотехнологии и микросистемной техники, а также смежных областей науки и техники	Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно-лучевая литография Рентгеновская литография .		Зачет, вопросы... 3
ПК.1/НИ	у3. владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальным и подходами в передовых направлениях нанотехнологии и микросистемной техники	Достижения молекулярно-лучевой эпитаксии Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Поверхность и её свойства.. Поверхностный потенциал . Поверхностные состояния. Уровни Тамма . Быстрые и медленные поверхностные состояния.		Зачет Вопросы 8,9
ПК.4/НИ готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований	у2. уметь оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники	Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок ..Жидкофазная эпитаксия.Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений... Молекулярно-лучевая эпитаксия.. Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно-лучевая литография Рентгеновская литография .	Контрольные работы, разделы. Эпитаксия. Методы получения наноструктур..	Зачет Вопросы 7,16
ПК.4/НИ	у3. иметь опыт работы с периодической научной литературой, дискуссий на заданную тему и выступлений на	Многослойное осаждение посредством магнетронного распыления. Электродлитическое осаждение Поверхностные наноструктуры Получение поверхностных структур методом МЛЭ .Получение	РГЗ, разделы...Электроно-лучевые технологии	Зачет, вопросы...19.

	научных семинарах	поверхностных структур методом газофазной эпитаксии..Химическая сборка поверхностных наноструктур ..Низкоразмерные структуры на основе пористого кремния.. Эффект размерного квантования . Квантовое ограничение . Интерференционные эффекты...Туннелирование..Устройства на основе квантовых эффектов		
ПК.4/НИ	у4. уметь делать доклады на заданную научную тему	Методы безмасочной технологии..Электронный и ионный луч как инструмент современной технологии.. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок ..Жидкофазная эпитаксия.Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений... Молекулярно-лучевая эпитаксия.. Достижения молекулярно-лучевой эпитаксии Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.	Контрольные работы, разделы... Эпитаксия, МЛЭ	Зачет Вопросы 9-19..
ПК.5/НИ готовность оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности	з2. иметь представление о патентных и литературных источниках по разрабатываемой теме	Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок ..Жидкофазная эпитаксия.Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений... Молекулярно-лучевая эпитаксия.. Микрокластеры и их энергетическое состояние .Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Межфазные границы и их свойства . Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение. Микрокластеры и их энергетическое состояние .Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Межфазные границы и их свойства . Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение. Достижения молекулярно-лучевой	Контрольные работы Разделы Эпитаксия,	Зачет вопросы 10-15

		эпитаксии Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.4, ОПК.5, ПК.1/НИ, ПК.4/НИ, ПК.5/НИ.

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). [или](#)

Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

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

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной 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.1, ОПК.2, ОПК.4, ОПК.5, ПК.1/НИ, ПК.4/НИ, ПК.5/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.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

Паспорт зачета

по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии», 1 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-8, второй вопрос из диапазона вопросов 9-16 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии»

Вопрос 1. Анализ тенденций развития микроэлектроники. Динамика развития микроэлектроники и ВТ. Закон Мура.

Вопрос 2. Квантовая электроника. Полупроводниковые инжекционные лазеры

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

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета 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 10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *10-14 баллов*.
- Ответ на билет для зачета 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 15-17 баллов.

- Ответ на билет для зачета 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 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных). В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии»

1. Анализ тенденций развития микроэлектроники Динамика развития микроэлектроники и ВТ. Закон Мура.
2. Принцип масштабирования.
3. Технологические ограничения развития микроэлектроники. Электронная и проекционная литография.
4. Нанотехнологии. Сканирующая туннельная микроскопия.
5. Сканирующая атомно-силовая микроскопия.
6. Экстремальная электроника. КНИ Структуры Технология и свойства КНИ структур
7. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
8. Оптоэлектроника. Фотоприемники. Основные параметры.
9. Приборы ночного видения
10. Оптоэлектроника. Излучатели света.
11. Полупроводниковые инжекционные лазеры.
12. Приборы, использующие эффект размерного квантования. Нанопотоника.
13. Электронно- и ионно-лучевые технологии.
14. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение.
15. Возобновляемые источники энергии. Методы освоения
16. Датчики. Сенсоры.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии», 1 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам:

- Динамика развития микроэлектроники и ВТ. Закон Мура.
- Сканирующая зондовая микроскопия
- Экстремальная электроника КНИ структуры
- Электронно- и ионно-лучевые технологии
- Силовая электроника как основа ресурсо- и энергосберегающих технологий
- МЕМС

включает 3 задания. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

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

Контрольная работа считается невыполненной, если оценка составляет менее 20 баллов.

Работа выполнена на пороговом уровне, если оценка составляет 20-29 баллов.

Работа выполнена на базовом уровне, если оценка составляет 30-35 баллов.

Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если оценка составляет 36-40 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Пример варианта контрольной работы

Экстремальная электроника КНИ структуры. Методы полной диэлектрической изоляции

1. КНС структуры,

2. Структуры Simox,

3. SMART CUT,

Сравнительный анализ этих технологий. Достоинства и недостатки.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии», 1 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны рассчитать параметры элементов преобразователя для нужд электрической тяги в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести анализ объекта диагностирования, выбрать и обосновать диагностические признаки и параметры, разработать алгоритмы диагностирования, выбрать аппаратные средства.

Обязательные структурные части РГЗ.

Оцениваемые позиции:

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет менее 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 10-14 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 15-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

- 4.1 Технологические ограничения развития микроэлектроники
- 4.2 Электронная и проекционная литография
- 4.3 КНИ структуры
- 4.4 Экстремальная электроника
- 4.5 Молекулярно-лучевая эпитаксия
- 4.6 Наноэлектроника