

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
Материаловедение наносистем

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

Курс: 1, семестр : 2

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	50
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	16
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 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, вариативная, по выбору студента

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:

доцент, к.ф-м.н. Шварц Н. Л.

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: ПК.3 готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники; в части следующих результатов обучения:
33. знать физические и математические модели процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту
35. знать основные механизмы физических явлений, происходящих на наноуровне
36. знать основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области нанотехнологии и микросистемной техники
у3. владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области

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>Материаловедение наносистем</i>	
ПК.3.33 знать физические и математические модели процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту	
1. знать физические и математические модели процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.35 знать основные механизмы физических явлений, происходящих на наноуровне	
2. знать основные механизмы физических явлений, происходящих на наноуровне	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.36 знать основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области нанотехнологии и микросистемной техники	
3. знать основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области нанотехнологии и микросистемной техники	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.у3 владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области	
4. владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области	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: 2				
Дидактическая единица: Методы формирования нанослоев, нанопроволок и нанокластеров				
2. МЛЭ. Оценка количества монослоев по осцилляциям фона RHEED.	6	6	1, 2, 3, 4	лекция
5. МЛЭ Si. Оценка коэффициента аккомодации по скачку температуры подложки и скорости роста слоя. Метод молекулярного наслаивания применительно к нанесению тонких слоев Al ₂ O ₃ .	0	2	1, 2, 3, 4	лекция

7. Криохимический синтез наночастиц.	8	4	1, 2, 3, 4	Практика
Дидактическая единица: Наноструктуры и элементы наносистем				
8. элементы наносистем	0	6	2, 4	элементы наносистем

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Материалы и процессы в технологии наносистем				
1. Однослойная адсорбции. Модель Ленгмюра. Равновесная форма кристаллов. Теория Ландау.	0	6	1, 2, 3, 4	Практика
Дидактическая единица: Методы формирования нанослоев, нанопроволок и нанокластеров				
6. Газофазовая эпитаксия. Физическая природа авто легирования. Классическая теория зародышеобразования.	0	4	1, 2, 3, 4	Практика
8. Плазмохимический синтез порошков нитридов титана, циркония и гафния.	0	2	1, 2, 3, 4	Практика
Дидактическая единица: Методы упорядочивания наноструктур				
9. Самоорганизация при росте пористого анодного оксида алюминия. Наноимпринтинг и lift-off технология.	0	2	1, 2, 3, 4	Практика
Дидактическая единица: Наноструктуры и элементы наносистем				
3. МЛЭ. Последовательность формирования структуры НЕМТ.	2	2	1, 2, 3, 4	Практика
4. МЛЭ. Транзисторы на базе напряженных гетероструктур Si/SixGe1-x	0	2	1, 2, 3, 4	Практика

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Материалы и процессы в технологии наносистем				
4. Технология изготовления структур бинарных и тройных соединений.	0	15	1	
5. Бинарные и тройные соединения.	0	0	3	Работа с литературными источниками по темам роста сложных структур
Дидактическая единица: Методы формирования нанослоев, нанопроволок и нанокластеров				

3. Эпитаксия: молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия. Молекулярное наслаивание. Золь-гель технология. Синтез нанокластеров из мицеллярных растворов. Метод Ленгмюра- Блоджетт. Анодное окисление. Сверхбыстрое охлаждение. Плазмохимическое осаждение.	0	0	1, 2, 3, 4	Лекция
--	---	---	------------	--------

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Контрольные работы	1, 2	10	0
Работа с литературой, материалами лекций и практик.: Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072				
2	РГЗ	1, 2, 3, 4	45	5
Работа с литературой, материалами лекций и практик.: Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072				
3	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4	4	0
Работа с литературой, материалами лекций и практик.: Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072				
4	Дополнительная учебная деятельность	1, 3	0	0
Работа с литературой по вопросам, входящим в учебный план: Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072				
5	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4	20	7
Работа с литературой, материалами лекций и практик.: Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072				
6	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4	15	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 , подробная информация приведена в приложении №1 : Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072				

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
Консультирование	Личный типовой сайт; Портал НГТУ

Контроль	e-mail; Личный типовой сайт; Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	e-mail; 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: 2		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072 "		
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i>	10	15
Контролирующие материалы приводятся в "Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072 "		
<i>Лекция:</i>	0	
<i>Практические занятия:</i>	8	15
Контролирующие материалы приводятся в "Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072 "		
<i>Контрольные работы:</i>	7	15
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072 "		
<i>РГЗ:</i>	10	25
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072 "		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072 "		

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	Прочее
ПК.3	з3. знать физические и математические модели процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту	+	+	+	+
	з5. знать основные механизмы физических явлений, происходящих на наноуровне	+	+	+	+
	з6. знать основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области нанотехнологии и микросистемной техники	+	+	+	+
	у3. владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области	+	+	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Барыбин А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : [учебное пособие для вузов по специальностям "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" и др.] / А. А. Барыбин, В. И. Томилин, Н. П. Томилина ; Сиб. федер. ун-т, [Ин-т инженер. физики и радиоэлектроники]. - Красноярск, 2011. - 243 с. : ил., граф., схемы
2. ЭБС IPRbooks [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 2010. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>. - Загл. с экрана.
3. Раков Э. Г. Нанотрубки и фуллерены : учебное пособие по специальности 210602 "Наноматериалы" / Э. Г. Раков. - М., 2006. - 374 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Суздалев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздалев. - М., 2006. - 589 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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

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

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Комплект мультимедийного оборудования	Используется в учебном процессе

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Материаловедение наносистем 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)
ПК.3/НИ готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	з3. знать физические и математические модели процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту	Газофазовая эпитаксия. Физическая природа авто легирования. Классическая теория зародышеобразования. Криохимический синтез наночастиц. МЛЭ Si. Оценка коэффициента аккомодации по скачку температуры подложки и скорости роста слоя. Метод молекулярного наслаивания применительно к нанесению тонких слоев Al ₂ O ₃ . МЛЭ. Оценка количества монослоев по осцилляциям фона RHEED. МЛЭ. Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ. Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ. Однослойная адсорбции. Модель Ленгмюра. Равновесная форма кристаллов. Теория Ландау. Плазмохимический синтез порошков нитридов титана, циркония и гафния. Самоорганизация при росте пористого анодного оксида алюминия. Наноимпринтинг и lift-off технология. Эпитаксия: молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия. Молекулярное наслаивание. Золь-гель технология. Синтез нанокластеров из мицеллярных растворов. Метод Ленгмюра-Блоджетт. Анодное окисление. Сверхбыстрое охлаждение. Плазмохимическое осаждение.	Контрольные работы Прочее РГЗ, разделы... 1. Газофазовая эпитаксия. 2. Физическая природа авто легирования. 3. Метод молекулярного наслаивания применительно к нанесению тонких слоев Al ₂ O ₃ . МЛЭ. 4. Равновесная форма кристаллов. Теория Ландау. 5. Наноимпринтинг и lift-off технология. Эпитаксия: молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия. Молекулярное наслаивание. 6. Анодное окисление. 7. Сверхбыстрое охлаждение.	Зачет, вопросы... 1. Классическая теория зародышеобразования. 2. Оценка количества монослоев по осцилляциям фона RHEED. 3. Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ. 4. Однослойная адсорбции. Модель Ленгмюра. 5. Плазмохимический синтез порошков нитридов титана, циркония и гафния. 6. Самоорганизация при росте пористого анодного оксида алюминия. 7. Золь-гель технология. Синтез нанокластеров из мицеллярных растворов. Метод Ленгмюра-Блоджетт. 8. Плазмохимическое осаждение.
ПК.3/НИ	з5. знать основные механизмы физических явлений, происходящих на наноуровне	Газофазовая эпитаксия. Физическая природа авто легирования. Классическая теория зародышеобразования. Криохимический синтез наночастиц. МЛЭ Si. Оценка коэффициента аккомодации по скачку температуры подложки и скорости роста слоя. Метод молекулярного наслаивания применительно к нанесению тонких слоев Al ₂ O ₃ . МЛЭ. Оценка количества монослоев по осцилляциям фона RHEED.	Прочее РГЗ, разделы... 1. Газофазовая эпитаксия. 2. Физическая природа авто легирования. 3. Метод молекулярного наслаивания применительно к нанесению тонких слоев Al ₂ O ₃ . МЛЭ. 4. Равновесная	Зачет, вопросы... 1. Классическая теория зародышеобразования. 2. Оценка количества монослоев по осцилляциям фона RHEED. 3. Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ. 4. Однослойная адсорбции. Модель

		МЛЭ. Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ. Транзисторы на базе напряженных гетероструктур Si/SixGe1-x Однослойная адсорбции. Модель Ленгмюра. Равновесная форма кристаллов. Теория Ландау. Плазмохимический синтез порошков нитридов титана, циркония и гафния. Самоорганизация при росте пористого анодного оксида алюминия. Наноимпринтинг и lift-off технология. Эпитаксия: молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия. Молекулярное наслаивание. Золь-гель технология. Синтез нанокластеров из мицеллярных растворов. Метод Ленгмюра-Блоджетт. Анодное окисление. Сверхбыстрое охлаждение. Плазмохимическое осаждение.	форма кристаллов. Теория Ландау. 5. Наноимпринтинг и lift-off технология. Эпитаксия: молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия. Молекулярное наслаивание. 6. Анодное окисление. 7. Сверхбыстрое охлаждение.	Ленгмюра. 5. Плазмохимический синтез порошков нитридов титана, циркония и гафния. 6. Самоорганизация при росте пористого анодного оксида алюминия. 7. Золь-гель технология. Синтез нанокластеров из мицеллярных растворов. Метод Ленгмюра-Блоджетт. 8. Плазмохимическое осаждение.
ПК.3/НИ	зб. знать основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области нанотехнологии и микросистемной техники	Газофазовая эпитаксия. Физическая природа авто легирования. Классическая теория зародышеобразования. Криохимический синтез наночастиц. МЛЭ Si. Оценка коэффициента аккомодации по скачку температуры подложки и скорости роста слоя. Метод молекулярного наслаивания применительно к нанесению тонких слоев Al ₂ O ₃ . МЛЭ. Оценка количества монослоев по осцилляциям фона RHEED. МЛЭ. Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ. Транзисторы на базе напряженных гетероструктур Si/SixGe1-x Однослойная адсорбции. Модель Ленгмюра. Равновесная форма кристаллов. Теория Ландау. Плазмохимический синтез порошков нитридов титана, циркония и гафния. Самоорганизация при росте пористого анодного оксида алюминия. Наноимпринтинг и lift-off технология. Эпитаксия: молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия. Молекулярное наслаивание. Золь-гель технология. Синтез нанокластеров из мицеллярных растворов. Метод Ленгмюра-Блоджетт. Анодное окисление. Сверхбыстрое охлаждение. Плазмохимическое осаждение.	Прочее РГЗ, разделы... 1. Газофазовая эпитаксия. 2. Физическая природа авто легирования. 3. Метод молекулярного наслаивания применительно к нанесению тонких слоев Al ₂ O ₃ . МЛЭ. 4. Равновесная форма кристаллов. Теория Ландау. 5. Наноимпринтинг и lift-off технология. Эпитаксия: молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия. Молекулярное наслаивание. 6. Анодное окисление. 7. Сверхбыстрое охлаждение.	Зачет, вопросы... 1. Классическая теория зародышеобразования. 2. Оценка количества монослоев по осцилляциям фона RHEED. 3. Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ. 4. Однослойная адсорбции. Модель Ленгмюра. 5. Плазмохимический синтез порошков нитридов титана, циркония и гафния. 6. Самоорганизация при росте пористого анодного оксида алюминия. 7. Золь-гель технология. Синтез нанокластеров из мицеллярных растворов. Метод Ленгмюра-Блоджетт. 8. Плазмохимическое осаждение.
ПК.3/НИ	у3. владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей,	Газофазовая эпитаксия. Физическая природа авто легирования. Классическая теория зародышеобразования. Криохимический синтез наночастиц. МЛЭ Si. Оценка	Контрольные работы Прочее РГЗ, разделы... Газофазовая эпитаксия. 2. Физическая	Зачет, вопросы... 1. Классическая теория зародышеобразования. 2. Оценка количества монослоев по осцилляциям фона

	используемых в предметной области	коэффициента аккомодации по скачку температуры подложки и скорости роста слоя. Метод молекулярного наслаивания применительно к нанесению тонких слоев Al ₂ O ₃ . МЛЭ. Оценка количества монослоев по осцилляциям фона RHEED. МЛЭ. Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ. Транзисторы на базе напряженных гетероструктур Si/SixGe1-x Однослойная адсорбции. Модель Ленгмюра. Равновесная форма кристаллов. Теория Ландау. Плазмохимический синтез порошков нитридов титана, циркония и гафния. Самоорганизация при росте пористого анодного оксида алюминия. Наноимпринтинг и lift-off технология. элементы наносистем Эпитаксия: молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия. Молекулярное наслаивание. Золь-гель технология. Синтез нанокластеров из мицеллярных растворов. Метод Ленгмюра-Блоджетт. Анодное окисление. Сверхбыстрое охлаждение. Плазмохимическое осаждение.	природа авто легирования. 3.Метод молекулярного наслаивания применительно к нанесению тонких слоев Al ₂ O ₃ . МЛЭ. 4. Равновесная форма кристаллов. Теория Ландау. 5. Наноимпринтинг и lift-off технология. Эпитаксия: молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия. Молекулярное наслаивание. 6. Анодное окисление. 7. Сверхбыстрое охлаждение.	RHEED. 3. Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ. 4. Однослойная адсорбции. Модель Ленгмюра. 5. Плазмохимический синтез порошков нитридов титана, циркония и гафния. 6. Самоорганизация при росте пористого анодного оксида алюминия. 7. Золь-гель технология. Синтез нанокластеров из мицеллярных растворов. Метод Ленгмюра- Блоджетт. 8. Плазмохимическое осаждение.
--	-----------------------------------	--	--	---

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.3/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам .

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

В 2 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 компетенции ПК.3/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 «Материаловедение наносистем», 2 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 зачета 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 «Материаловедение наносистем»

1. Вопрос 1. Газофазовая эпитаксия.
2. Вопрос 2. Равновесная форма кристаллов. Теория Ландау.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, Гайслер В.А.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) 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 (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 10-13 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, оценка составляет 14-17 баллов.

- Ответ на билет (тест) 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, 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 «Материаловедение наносистем»

1. Газофазовая эпитаксия.
2. Физическая природа авто легирования.
3. Метод молекулярного наслаивания применительно к нанесению тонких слоев Al_2O_3 . МЛЭ.
4. Равновесная форма кристаллов. Теория Ландау.
5. Наноимпринтинг и lift-off технология. Эпитаксия: молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия. Молекулярное наслаивание.
6. Анодное окисление кремния.
7. Сверхбыстрое охлаждение
8. Классическая теория зародышеобразования.
9. Оценка количества монослоев по осцилляциям фона RHEED.
10. Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ.
11. Однослойная адсорбции. Модель Ленгмюра.
12. Плазмохимический синтез порошков нитридов титана, циркония и гафния.
13. Самоорганизация при росте пористого анодного оксида алюминия.
14. Золь-гель технология. . Метод Ленгмюра- Блоджетт.
15. Плазмохимическое осаждение.
16. Синтез нанокластеров из мицеллярных растворов.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Материаловедение наносистем», 2 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме (темам) __1-7, включает 10 заданий. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

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

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если _правильных ответов 5 из 10_. Оценка составляет __7__ баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если правильных ответов 7 из 10. Оценка составляет __10__ баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если правильных ответов правильных ответов 10 из 10_. Оценка составляет 15_баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Пример варианта контрольной работы

Тема: Газофазовая эпитаксия арсенида галлия.

Вопросы:

1. Рассчитать состав газовой фазы при газовой эпитаксии арсенида галлия в системе арсенид галлия – вода – водород.
2. Найти константу равновесия для основной газотранспортной реакции.
3. Рассчитать парциальное давление паров мышьяка в газовой фазе.
4. Рассчитать парциальное давление паров летучего окисла галлия.
5. Определить константу равновесия для линии трехфазного равновесия галлий – мышьяк.
6. Оценить возможность кристаллизации арсенида галлия в соответствии с газотранспортной реакцией.
7. Вычислить изобарный потенциал по уравнению изотермы Вант-Гоффа.
8. Написать выражение стандартного изобарного потенциала реакции.
9. Вычислить стандартную теплоту реакции.
10. Определить по справочной литературе значения характеристических термодинамических функций, полученных на основе спектроскопических данных или вычисленными квантово-статистическими методами.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Материаловедение наносистем», 2 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны подготовить реферат и презентацию по теме.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны изучить литературу по заданной теме.

Обязательные структурные части РГЗ:

- Реферат (со ссылками на используемую литературу)
- Презентация

Оцениваемые позиции:

2. Критерии оценки

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально, оформление не соответствует современным требованиям, оценка составляет 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если в реферате полностью рассмотрена тема, но имеются нарушения в оформлении, оценка составляет 18 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если реферат полностью выполнен в соответствии с требованиями, оценка составляет 25 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)

- Метод молекулярного наплавления применительно к нанесению тонких слоев Al_2O_3 . МЛЭ
- Последовательность формирования структуры НЕМТ. МЛЭ.
- Криохимический синтез наночастиц. МЛЭ кремния.
- Анодное окисление кремния.
- Классическая теория зародышеобразования.
- Наноимпринтинг и lift-off технология.