

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
Основы технологии электронной компонентной базы

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

Курс: 3, семестр : 5

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	5
10	Самостоятельная работа, час.	47
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): 28.03.01 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, по выбору студента

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.2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; в части следующих результатов обучения:
з11. знать физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники и наноэлектроники
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:
у2. владеть сведениями об основных тенденциях развития электронной компонентной базы
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность рассчитывать и проектировать компоненты нано- и микросистемной техники; в части следующих результатов обучения:
з16. знать физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюаризации электронной компонентной базы
у8. уметь осуществлять выбор технологии изготовления аналоговых и цифровых интегральных схем в зависимости от требований к электрическим характеристикам
у9. владеть сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники
Компетенция ФГОС: ПК.8 готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники; в части следующих результатов обучения:
у5. уметь обеспечивать технологическую реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники

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>Основы технологии электронной компонентной базы</i>	
ОПК.2.з11 знать физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники и наноэлектроники	
1.знать физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники и наноэлектроники	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.5.з16 знать физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюаризации электронной компонентной базы	
2.знать физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюаризации электронной компонентной базы	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.5.у8 уметь осуществлять выбор технологии изготовления аналоговых и цифровых интегральных схем в зависимости от требований к электрическим характеристикам	
3.уметь осуществлять выбор технологии изготовления аналоговых и цифровых интегральных схем в зависимости от требований к электрическим характеристикам	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.5.у9 владеть сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники	
4.владеть сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.7.у2 владеть сведениями об основных тенденциях развития электронной компонентной базы	
5.владеть сведениями об основных тенденциях развития электронной компонентной базы	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.у5 уметь обеспечивать технологическую реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники	

6.уметь обеспечивать технологическую реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники	Лекции; 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: 5				
Дидактическая единица: Вопросы термодинамики фазовых равновесий.				
1. Основные положения термодинамики, связь между физическими и термодинамическими свойствами веществ.	0	2	1	
6. Основные определения фазовых равновесий . Диаграммы состояния бинарных систем.	0	4	1, 2	
7. Поверхностная кинетика роста кристаллов. Морфологическая устойчивость растущего кристалла.	0	4	2, 4	Мультимедийные лекции.
Дидактическая единица: Физико-химические основы процессов кристаллизации полупроводников.				
8. Методы получения кристаллов полупроводников из жидкой и твердой фаз.	0	4	4	
9. Примеси в полупроводниках. Фоновые примеси.	0	4	4	
Дидактическая единица: Технологические методы получения монокристаллов полупроводников.				
4. Активные и пассивные методы выравнивания состава кристаллов полупроводников.	0	4	3, 5, 6	
5. Технологические методы получения германия и кремни полупроводникового качества.	0	4	4, 6	
10. Сегрегационные методы выравнивания состава кристалла. Легирование кристаллов в процессе выращивания из газовой фазы.	0	4	4	
11. Синтез очистка и выращивание легированных монокристаллов арсенида галлия.	0	4	5	
12. Новые полупроводниковые материалы микро и наноэлектроники.	0	2	6	

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Вопросы термодинамики фазовых равновесий.				

2. Фазовые превращения однокомпонентных и двухкомпонентных систем.	4	4	1	Лабораторная работа Метод термического анализа.
Дидактическая единица: Физико-химические основы процессов кристаллизации полупроводников.				
3. Выращивание кристаллов полупроводников из растворов и расплавов.	4	4	3	Лабораторная работа на тему Определение эффективного и равновесного коэффициентов распределения примесей.
Дидактическая единица: Технологические методы получения монокристаллов полупроводников.				
6. Основные тенденции развития технологии компонентной базы микроэлектроники.	4	4	5, 6	Лабораторная работа на тему Анодное окисление кремния.
7. Основные физико-химические параметры полупроводников.	4	4	6	Лабораторная работа, при выполнении которой студенты приобретают практические навыки определения основных параметров материалов.
8. Технологическая реализация полупроводниковых материалов в приборах микроэлектроники.	2	2	6	Лабораторная работа. Анизотропное травление кремния.

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Вопросы термодинамики фазовых равновесий.				
1. Применение термодинамики при изучении технологии полупроводниковых материалов.	0	4	1, 3	Контрольная работа
7. Подготовка к контрольной работе	0	1	1, 2, 4, 6	Работа с литературой и конспектом.
Дидактическая единица: Физико-химические основы процессов кристаллизации полупроводников.				
3. Неизовалентные примеси. Явление компенсации в полупроводниковых материалах.	0	1	3, 4	Работа с литературой. Подготовка к контрольной.
Дидактическая единица: Технологические методы получения монокристаллов полупроводников.				
2. РГЗ. Подготовка и составление отчета для РГЗ по теме: промышленные методы выращивания монокристаллов полупроводников, применение монокристаллических подложек в технологиях изготовления элементной базы электроники.	0	3	2, 3, 5	Работа с литературой, подготовка к контрольной работе.
4. Подготовка к докладам по теме методов выращивания полупроводниковых структур.	0	2	1, 2, 4, 6	Работа с литературными источниками.
5. Выполнение РГЗ .	0	2	1, 2, 5, 6	Работа с литературой. Подготовка презентаций.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Контрольные работы	2, 4, 5, 6	5	2
: Полупроводниковые материалы и их свойства : методическое руководство к лабораторной работе для РЭФ дневной и заочной форм обучения, направлений: 210100 "Электроника и микроэлектроника", 210600 - "Нанотехнология"; специальности: 210104 - Микроэлектроника и твердотельная электроника, 210108 - Микросистемная техника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Каменская, А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2010. - 18, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146774				
2	РГЗ	2, 3	15	1
: Полупроводниковые материалы и их свойства : методическое руководство к лабораторной работе для РЭФ дневной и заочной форм обучения, направлений: 210100 "Электроника и микроэлектроника", 210600 - "Нанотехнология"; специальности: 210104 - Микроэлектроника и твердотельная электроника, 210108 - Микросистемная техника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Каменская, А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2010. - 18, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146774				
3	Работа с литературными источниками	1, 2, 3	5	1
: Полупроводниковые материалы и их свойства : методическое руководство к лабораторной работе для РЭФ дневной и заочной форм обучения, направлений: 210100 "Электроника и микроэлектроника", 210600 - "Нанотехнология"; специальности: 210104 - Микроэлектроника и твердотельная электроника, 210108 - Микросистемная техника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Каменская, А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2010. - 18, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146774				
4	Дополнительная учебная деятельность	3, 4, 5	6	0
: Полупроводниковые материалы и их свойства : методическое руководство к лабораторной работе для РЭФ дневной и заочной форм обучения, направлений: 210100 "Электроника и микроэлектроника", 210600 - "Нанотехнология"; специальности: 210104 - Микроэлектроника и твердотельная электроника, 210108 - Микросистемная техника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Каменская, А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2010. - 18, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146774				
5	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	3	0
: Полупроводниковые материалы и их свойства : методическое руководство к лабораторной работе для РЭФ дневной и заочной форм обучения, направлений: 210100 "Электроника и микроэлектроника", 210600 - "Нанотехнология"; специальности: 210104 - Микроэлектроника и твердотельная электроника, 210108 - Микросистемная техника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Каменская, А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2010. - 18, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146774				
6	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4, 5, 6	14	1
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Полупроводниковые материалы и их свойства : методическое руководство к лабораторной работе для РЭФ дневной и заочной форм обучения, направлений: 210100 "Электроника и микроэлектроника", 210600 - "Нанотехнология"; специальности: 210104 - Микроэлектроника и твердотельная электроника, 210108 - Микросистемная техника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Каменская, А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2010. - 18, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146774				

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	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС
Консультирование	Портал НГТУ
Контроль	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	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: 5		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Каменская А. В. Физическая химия в микроэлектронной технологии : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 82, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/kamen.rar "		
<i>Лабораторная:</i>	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Каменская А. В. Технологические процессы в микроэлектронике : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 43 с. : схемы, табл. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/2005_kamen.rar "		
<i>Контрольные работы:</i>	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Каменская А. В. Физическая химия в микроэлектронной технологии : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 82, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/kamen.rar "		
<i>РГЗ:</i>	15	30
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Каменская А. В. Технологические процессы в микроэлектронике : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 43 с. : схемы, табл. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/2005_kamen.rar "		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Каменская А. В. Основы технологии материалов микроэлектроники : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 94, [1] с. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/kamensk.pdf "		

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.2	з11. знать физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники и нанoeлектроники	+		+
ОПК.7	у2. владеть сведениями об основных тенденциях развития электронной компонентной базы			+
ПК.5	з16. знать физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюаризации электронной компонентной базы		+	+
	у8. уметь осуществлять выбор технологии изготовления аналоговых и цифровых интегральных схем в зависимости от требований к электрическим характеристикам		+	+
	у9. владеть сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники			+
ПК.8	у5. уметь обеспечивать технологическую реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и нанoeлектроники			+

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

7. Литература

Основная литература

1. Лозовский В. Н. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность : [учебное пособие для вузов] / В. Н. Лозовский, Г. С. Константинова, С. В. Лозовский. - СПб. [и др.], 2008. - 327 с. : ил.
2. ЭБС IPRbooks [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 2010. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>. - Загл. с экрана.

Дополнительная 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. Таиров Ю. М. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов : учебник для вузов / Ю. М. Таиров, В. Ф. Цветков. - СПб., 2002. - 423 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. Полупроводниковые материалы и их свойства : методическое руководство к лабораторной работе для РЭФ дневной и заочной форм обучения, направлений: 210100 "Электроника и микроэлектроника", 210600 - "Нанотехнология"; специальности: 210104 - Микроэлектроника и твердотельная электроника, 210108 - Микросистемная техника / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Каменская, А. Д. Бялик]. - Новосибирск, 2010. - 18, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146774
2. Каменская А. В. Основы технологии материалов микроэлектроники : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 94, [1] с. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/kamensk.pdf>
3. Каменская А. В. Физическая химия в микроэлектронной технологии : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 82, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/kamen.rar>
4. Каменская А. В. Технологические процессы в микроэлектронике : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская, Р. П. Дикарева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 43 с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/2005_kamen.rar

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Использование аппаратуры для презентаций, при докладах

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Аппаратно- программный комплекс Nicolet 6700	Используется для лабораторных исследований

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. Хрусталеv
“ ” _____ _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы технологии электронной компонентной базы

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

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Основы технологии электронной компонентной базы 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.2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	з11. знать физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники и нанoeлектроники	Основные положения термодинамики, связь между физическими и термодинамическими свойствами веществ. Применение термодинамики при изучении технологии полупроводниковых материалов.	Основные положения термодинамики, связь между физическими и термодинамическими свойствами веществ.	Применение термодинамики при изучении технологии полупроводниковых материалов.
ОПК.7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	у2. владеть сведениями об основных тенденциях развития электронной компонентной базы	Выполнение РГЗ .		Сведения об основных тенденциях развития электронной компонентной базы
ПК.5/ПК готовность рассчитывать и проектировать компоненты нано- и микросистемной техники	з16. знать физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюаризации электронной компонентной базы	Основные определения фазовых равновесий. Диаграммы состояния бинарных систем. Поверхностная кинетика роста кристаллов. Морфологическая устойчивость растущего кристалла. Подготовка к докладам по теме методов выращивания полупроводниковых структур.	Основные определения фазовых равновесий. Диаграммы состояния бинарных систем.	Поверхностная кинетика роста кристаллов. Морфологическая устойчивость растущего кристалла.
ПК.5/ПК	у8. уметь осуществлять выбор технологии изготовления аналоговых и цифровых интегральных схем в зависимости от требований к электрическим характеристикам	Нейзавалентные примеси. Явление компенсации в полупроводниковых материалах. Применение термодинамики при изучении технологии полупроводниковых материалов. РГЗ. Подготовка и составление отчета для РГЗ по теме: промышленные методы выращивания монокристаллов полупроводников, применение монокристаллических подложек в технологиях	Нейзавалентные примеси. Явление компенсации в полупроводниковых материалах.	Промышленные методы выращивания монокристаллов полупроводников, применение монокристаллических подложек в технологиях изготовления элементной базы электроники.

		изготовления элементной базы электроники.		
ПК.5/ПК	у9. владеть сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники	Неизовалентные примеси. Явление компенсации в полупроводниковых материалах. Подготовка к контрольной работе		Неизовалентные примеси. Явление компенсации в полупроводниковых материалах.
ПК.8/ПТ готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники	у5. уметь обеспечивать технологическую реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и нанoeлектроники	Подготовка к докладам по теме методов выращивания полупроводниковых структур. Подготовка к контрольной работе	Промышленные методы выращивания монокристаллов полупроводников,	Технологическая реализация материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.7, ПК.5/ПК, ПК.8/ПТ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)) и 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.2, ОПК.7, ПК.5/ПК, ПК.8/ПТ, 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 зачета

по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-11, второй вопрос из диапазона вопросов 12-22 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ Факультет РЭФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы»

1. Выращивание кристаллов арсенида галлия методом направленной кристаллизации раствора – расплава
2. Методы очистки полупроводниковых материалов – направленная кристаллизация и зонная плавка

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

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, оценка составляет менее 10 баллов.
- Ответ на билет) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, но допускает несущественные неточности в определениях, оценка составляет 15 баллов.
Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, оценка составляет 18 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, не допускает ошибок и неточностей в определениях, оценка составляет 20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если среднее арифметическое количество баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 11 баллов (из 20 возможных).

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы»

1. Тигельные методы получения кристаллов полупроводников из расплавов – метод Бриджмена “вертикальный” и “горизонтальный”, зонная плавка в лодочке.
2. Метод Чохральского.
3. Бестигельные методы получения кристаллов полупроводников из расплавов – метод Вернейля и вытягивание из “капли”.
4. Бестигельные методы получения кристаллов полупроводников из расплавов – вертикальная зонная плавка и вытягивание из “лужи”.
5. Метод получения кристаллов полупроводников из растворов – расплавов путем испарения избыточного летучего компонента.
6. Метод получения кристаллов полупроводников из растворов – расплавов путем повышения концентрации летучего компонента в растворе.
7. Выращивание кристаллов соединения АВ методом направленной кристаллизации раствора – расплава.
8. Жидкофазная эпитаксия. Выбор режимов технологического процесса по диаграммам состояния.
9. Методы очистки полупроводниковых материалов – очистка материалов вакуумной перегонкой.
10. Методы очистки полупроводниковых материалов – дисцилляция и возгонка.
11. Методы очистки полупроводниковых материалов – направленная кристаллизация и зонная плавка.
11. Методы получения объемных монокристаллов арсенида галлия.
12. Термодинамический метод расчета концентраций примесей системы.
13. Свойства твердых растворов на основе соединений A^3B^5 .
14. Свойства твердых растворов на основе соединений A^2B^6 , технология изготовления и области применения.
15. Диаграммы состояния с ограниченной растворимостью в твердой фазе. Вывод уравнения линии ликвидус.
16. Диаграммы состояния с неограниченной растворимостью в твердой и
17. жидкой фазах. Уравнения линии солидус.
18. Эпитаксия. Принцип реакций переноса в замкнутом объеме.
19. Метод реакций переноса в потоке.
20. Основные тенденции развития технологий для усовершенствования вычислительной и измерительной техники.
21. Неизовалентные примеси. Явления компенсации в полупроводниковых материалах.
22. Основные положения термодинамики, связь между физическими и термодинамическими свойствами веществ.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы», 5 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам: диаграммы состояния бинарных и тройных систем, методы очистки простых полупроводников и сложных полупроводниковых соединений. Контрольная работа включает 5 заданий. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

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

Контрольная работа считается **невыполненной**, если одно или два задания не раскрыто, а другие ответы не полностью освещают задание. Оценка составляет менее 10 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если раскрыты все вопросы, но с ошибками в определениях и решениях. Оценка составляет 15 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если ответы по всем позициям верны, но недостаточно полно освещают вопрос. Оценка составляет 18 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если достаточно полно раскрыты все темы задания и нет ошибок в решениях. Оценка составляет 20 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

Тема ...Особенности кристаллизации бинарных и тройных систем.

Вариант 1

Вопрос 1 Какие параметры бинарной системы могут быть определены по ходу линии ликвидус?

Вопрос 2. Как определить концентрацию легирующего компонента по известной константе равновесия квазихимической реакции легирования?...

Вопрос 3. Как с помощью “правила рычага” найти соотношение количеств равновесно сосуществующих фаз?

Вопрос 4. Для диаграммы состояния с ограниченной растворимостью компонентов в твердой фазе изобразить кривые охлаждения, соответствующие заданным составам.

Вопрос 5. По диаграмме состояния с образованием непрерывного ряда твердых растворов определить составы твердых и жидких фаз, находящихся в равновесии при заданных температурах.

Критерии оценки

Контрольная работа проводится в письменной форме. Студентам предлагается выполнить предложенные задания в письменной форме во время практических занятий за отведенное определенное время. Вопросы связаны с основными понятиями дисциплины, которые изучены как в аудиторное время, так и самостоятельно. Контрольная работа выполняет функцию проверки самостоятельной работы студентов в течение семестра. Максимальное количество баллов – 20.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты провести расчеты, относящиеся к технологическим особенностям осуществления процесса синтеза полупроводниковых материалов.

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

Обязательные структурные части РГЗ.

- Титульный лист с заданием
- Описание технологического процесса
- Описание теоретического подхода, выбора физико-химических законов, на основе которых будут рассчитываться необходимые параметры.
- Результаты расчетов
- Используемые литературные источники

Оцениваемые позиции:

2. Критерии оценки

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 15-18 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 19- 24 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 25- 30 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.

Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задание 1. Провести оценочный расчет равновесных концентраций примесей в эпитаксиальном арсениде галлия при выращивании в открытом хлоридном процессе.

Задание 2. Моделирование начальных стадий образования слоев полупроводников в зависимости от исходных технологических параметров.....

Задание 3. Рассчитать концентрацию точечных дефектов в полупроводниковых структурах в зависимости от условий отжига.....

Задание 4. Расчет состава газовой фазы при термообработке оксидного катода.

Задание 5. Расчет состава газовой фазы при химическом осаждении арсенида галлия в системе $\text{GaAs-H}_2\text{O-H}_2$.

Задание 6. Выбрать и обосновать наилучший режим очистки заданного полупроводникового соединения от примеси методом испарения по известной температурной зависимости давления паров.

Задание 7. Определить равновесные концентрации вакансий галлия и мышьяка при эпитаксиальном росте слоев арсенида галлия в открытом хлоридном методе.

1.