

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

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Технология материалов для электроники

Образовательная программа: 28.03.02 Наноинженерия, профиль: Наноинженерия в машиностроении

Курс: 4, семестр : 8

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	48
4	Лекции, час.	12
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	24
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	10
10	Самостоятельная работа, час.	96
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.03.02 Наноинженерия

ФГОС введен в действие приказом №1414 от 03.12.2015 г. , дата утверждения: 31.12.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.03.02 Наноинженерия

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ППиМЭ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 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 Батаев В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования; в части следующих результатов обучения:
у12. уметь проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств, выполнять расчеты электронных схем, включая средства автоматизированного проектирования
Компетенция ФГОС: ПК.2 готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики; в части следующих результатов обучения:
у10. уметь подбирать наноструктуры и методы их производства для реализации нанообъектов с заданными характеристиками под конкретные требования

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>Технология материалов для электроники</i>	
ОПК.1.у12 уметь проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств, выполнять расчеты электронных схем, включая средства автоматизированного проектирования	
1. уметь проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств, выполнять расчеты электронных схем, включая средства автоматизированного проектирования	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.у10 уметь подбирать наноструктуры и методы их производства для реализации нанообъектов с заданными характеристиками под конкретные требования	
2. уметь подбирать наноструктуры и методы их производства для реализации нанообъектов с заданными характеристиками под конкретные требования	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Технология изготовления монокристаллов полупроводников			
1. Методы получения кристаллов полупроводников.	0	2	2
2. Легирование полупроводниковых материалов	0	2	2
3. Зависимость стабильности параметров приборов от технологии изготовления и внешних факторов.	0	2	2
Дидактическая единица: Технологии изготовления интегральных схем			
4. Особенности новых технологий изготовления интегральных микросхем	0	2	1
5. Технологическая реализация материалов и элементов электронно1 техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники	0	4	1, 2

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Технология изготовления монокристаллов полупроводников				
1. Получение кристаллов полупроводников методом направленной кристаллизации в лодочке.	3	4	2	Экспериментальное изучение метода направленной кристаллизации и распределение примесного фона по объему кристалла.
2. Анодное окисление полупроводниковых пластин.	0	4	1	Практическое изучение процессов анодного окисления полупроводниковых пластин
3. Технологическое оборудование, применяемое в изготовлении элементной базы электроники.	4	4	1	Знакомство с установками роста, ионного легирования, диффузии, окисления, фотолитографии.
Дидактическая единица: Технологии изготовления интегральных схем				
4. Анизотропное травление кремниевых структур	3	4	1	Практические и теоретическое изучение процессов изготовления кремниевых структур для микроэлектронных элементов.
5. Омические контакты для электронных схем	2	4	1	Практическое изучение методов фотолитографии и вакуумного нанесения проводящих материалов
6. Метод термического анализа при выборе технологии изготовления элементов микросхем	0	4	1	Практическое знакомство с особенностями метода термического анализа.

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Технология изготовления монокристаллов полупроводников				
1. Синтез, очистка и выращивание полупроводниковых кристаллов.	0	12	2	Работа с литературой по изучению технологических путей изготовления элементной базы микроэлектроники.
2. Структурные и принципиальные схемы современных электронных устройств.	0	12	1	Работа с литературными источниками по темам.
Дидактическая единица: Технологии изготовления интегральных схем				
3. Разработка технологии изготовления принципиальных схем современных электронных устройств. Программы моделирования и конструирования электронных микросхем.	0	20	1	Самостоятельное изучение материала по литературным источникам.

4. Выполнение РГЗ. Подготовка к диф. зачету.	0	14	1, 2	Работа с литературой
--	---	----	------	----------------------

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	РГЗ	2	16	6
Выполнение расчетно-графического задания.: 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198				
2	Подготовка к занятиям	1	14	4
Работа с литературой, с конспектом.: 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198				
3	Дополнительная учебная деятельность	1	8	0
Научно-исследовательская или практическая работа под руководством преподавателя кафедры: 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198				
4	Подготовка к аттестации	1	0	0
: 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198				
5	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2	58	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198				

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; Социальные сети
Консультирование	ЭБС
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ

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: 8		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	5	10
Контролирующие материалы 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198 "		
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</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>Лабораторная:</i>	10	20
Контролирующие материалы 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198 "		
<i>РГЗ:</i>	15	30
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>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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198 "		

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

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля			
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Зачет	Прочее
ОПК.1	у12. уметь проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств, выполнять расчеты электронных схем, включая средства автоматизированного проектирования	+	+	+	+
ПК.2	у10. уметь подбирать наноструктуры и методы их производства для реализации нанобъектов с заданными характеристиками под конкретные требования	+	+	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Лозовский В. Н. Концепции современного естествознания : учебное пособие для вузов по соц.-экон. направлениям и специальностям / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. - СПб. [и др.], 2006. - 224 с. : ил.
2. Щука А. А. Электроника : [учебное пособие для вузов по направлению 654100 "Электроника и микроэлектроника"] / А. А. Щука ; под ред. А. С. Сигова. - Санкт-Петербург, 2006. - 799 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Барыбин А. А. Электроника и микроэлектроника физико-технологические основы : учебное пособие для вузов по направлениям 550700 и 654100 "Электроника и микроэлектроника" / А. А. Барыбин. - М., 2006. - 423 с. : ил.
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 "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000137198
2. 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>
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

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Аппаратно- программный комплекс Nicolet 6700	Используется для лабораторных исследований
2	МИКРОСКОП МЕТАМ-Р1	Используются в учебном процессе
3	УСТАНОВКА для сушки пластин	Используется для лабораторных работ

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Технология материалов** для электроники приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования	у12. уметь проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств, выполнять расчеты электронных схем, включая средства автоматизированного проектирования	Анизотропное травление кремниевых структур. Анодное окисление полупроводниковых пластин. Выполнение РГЗ. Подготовка к диф. зачету. Омические контакты для электронных схем. Особенности новых технологий изготовления интегральных микросхем. Разработка технологии изготовления принципиальных схем современных электронных устройств. Программы моделирования и конструирования электронных микросхем. Структурные и принципиальные схемы современных электронных устройств. Технологическая реализация материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и нанoeлектроники	Отчет по лабораторной работе Прочее РГЗ, разделы... 1.Анизотропное травление кремниевых структур. 2.Анодное окисление полупроводниковых пластин. 3.Программы моделирования и конструирования электронных микросхем.	Зачет, вопросы... 1.Омические контакты для электронных схем . 2.Технологическая реализация материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и нанoeлектроники.
ПК.2/НИИ готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики	у10. уметь подбирать наноструктуры и методы их производства для реализации нанообъектов с заданными характеристиками под конкретные требования	Выполнение РГЗ. Подготовка к диф. зачету. Методы получения кристаллов полупроводников. Получение кристаллов полупроводников методом направленной кристаллизации в лодочке. Синтез, очистка и выращивание полупроводниковых кристаллов. Технологическая реализация материалов и элементов электронно1 техники в приборах и устройствах электроники и нанoeлектроники	Отчет по лабораторной работе Прочее РГЗ, разделы. Технологическая реализация материалов и элементов электронно1 техники в приборах и устройствах электроники и нанoeлектроники. .	Зачет, вопросы... 1.Методы получения кристаллов полупроводников. 2.Получение кристаллов полупроводников методом направленной кристаллизации в лодочке. 3.Синтез, очистка и выращивание полупроводниковых кристаллов.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.2/НИИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

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

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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, ПК.2/НИИ, 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 «Технология материалов для электроники», 8 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.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ Факультет РЭФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Технология материалов для электроники»

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 «Технология материалов для электроники»

- 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 – дистилляция 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 расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Технология материалов для электроники», 8 семестр

1. Методика оценки

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

При выполнении расчетно-графического задания (работы) 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 образование 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 GaAs-H₂O-H₂.

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.