



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**

**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Физический факультет**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **СПЕЦПРАКТИКУМ**

Кафедра физической электроники

Образовательная программа  
11.04.04. – Электроника и нанoeлектроника

Профиль подготовки:  
Физическая электроника

Уровень высшего образования:  
Магистратура

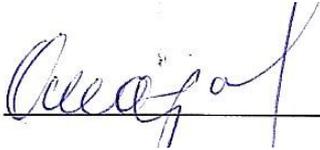
Форма обучения:  
Очная

Статус дисциплины:  
Вариативная

Рабочая программа дисциплины Спецпрактикум составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04. – Электроника и наноэлектроника (уровень магистратуры) от 30 октября 2014 г. № 1407.

Разработчик: кафедра физической электроники,  
к.ф.-м.н., доцент Исмаилов А.М. 

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «18» июня 2018г., протокол № 11

Зав.кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «29» июня 2018г., протокол № 11.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 30 » июня 2018 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г

Дисциплина Спецпрактикум входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры, по направлению подготовки 11.04.04. – Электроника и наноэлектроника. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологией, которая лежит в основе элементной базы современных твердотельных электронных приборов (диодных и МДП-структур, тиристоров, биполярных, полевых транзисторов и др). Данный спецпрактикум охватывает наиболее распространенные методы получения веществ в виде пленок, слоев и структур на различных подложках. Большое внимание уделяется теории методов, общим принципам построения экспериментальных установок, освоению методов обработки экспериментальных данных. Анализируются области применения рассмотренных методов, их предельные возможности и перспективы.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4, профессиональных - ПК-18, ПК-19.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лабораторные занятия, самостоятельная работа

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: защита лабораторных работ и промежуточный контроль в форме зачета

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
9	72	28	-	28	-	-	-	44	зачет

### 1. Цели и задачи дисциплины.

Целью дисциплины является научить студентов базовым экспериментальным методам получения пленок, слоев различных веществ (металлы, диэлектрики, полупроводники) которые составляют основу современной элементной базы микроэлектроники.

Задачами дисциплины являются:

- научить магистров методам получения тонких пленок, слоев и структур различных веществ.
- научить магистров использовать знания и умения, полученные при изучении дисциплины, в процессе производственной деятельности.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина Спецпрактикум входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению 11.04.04. – Электроника и наноэлектроника.

Дисциплина Спецпрактикум относится к профессиональному циклу по магистерской программе «Физическая электроника» и направлена на изучение физических основ производства полупроводниковых структур, которые являются основой современной микроэлектроники, с целью выработки умений и навыков их использования в профессиональной деятельности.

Дисциплина Спецпрактикум логически и содержательно взаимосвязана с такими дисциплинами как Физика полупроводников и полупроводниковых приборов, Физические основы микроэлектроники, Твердотельная электроника, Физика твердого тела и др.

Для усвоения данного курса необходимы знания разделов электричества, оптики, физики полупроводников, физики твердого тела, физики полупроводниковых приборов; необходимо владение методами решения дифференциальных уравнений. К «входным» знаниям можно отнести также вопросы геометрии кристаллической решетки, зонной теории твердого тела, статистики невырожденного и вырожденного электронного газа, явлений переноса, оптических свойств полупроводников и др.

Знания, умения и навыки, полученные в результате освоения дисциплины, необходимы и используются при проведении экспериментальных исследований, в том числе при выполнении курсовых и диссертационных работ магистрами 1 и 2 года обучения.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.	<p><b>Магистр должен:</b></p> <p><b>знать:</b> способы оценки качества выполненной работы, особенности организации, контроля научной деятельности, профессиональных норм и правил.</p> <p><b>уметь:</b> самостоятельно решать возникающие проблемы, проявлять серьезную мотивацию к профессии, ставить цели, планировать свою деятельность при выполнении поставленных задач.</p> <p><b>владеть:</b> умением выстроить профессиональную вертикаль, багажом новых профессиональных знаний и умений, организаторскими способностями.</p>
ОПК-3	Способность демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность).	<p><b>Магистр должен:</b></p> <p><b>знать:</b> основные способы коммуникации.</p> <p><b>уметь:</b> порождать новые идеи в профессиональной деятельности.</p> <p><b>владеть:</b> навыками работы в коллективе в профессиональной деятельности.</p>

ОПК-4	Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.	<p><b>Магистр должен:</b></p> <p><b>знать:</b> методы самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.</p> <p><b>уметь:</b> самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.</p> <p><b>владеть:</b> способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.</p>
ПК-18	Способность проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.	<p><b>Магистр должен:</b></p> <p><b>знать:</b> ФГОС, учебный план и иметь представление о содержании и планировании учебной работы.</p> <p><b>уметь:</b> Организовывать и контролировать ход учебного процесса.</p> <p><b>владеть:</b> Навыками проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководства курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.</p>
ПК-19	Способность овладевать навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий.	<p><b>Магистр должен:</b></p> <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в совершенстве теоретические основы дисциплины, по которой проводятся занятия, современную литературу по тематике дисциплины.</li> <li>- темы практических занятий, особенности выполнения лабораторных работ, современные образовательные технологии.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать методические указания для студентов по организации изучения дисциплины, придумывать темы расчетных заданий, заданий для самостоятельной работы студентов.</li> <li>- разрабатывать новые лабораторные работы, темы для практических за-</li> </ul>

		нятий и планы лекций <b>владеть:</b> - навыками составления методических указаний по проведению лабораторных и практических занятий, плана лекций. - базовыми навыками чтения лекций, проведения лабораторных и практических занятий со студентами
--	--	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

Спецпрактикум «Технология получения полупроводниковых материалов»

№ Лабораторной работы	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятельной работы		
Модуль 1									
1	Термовакuumный метод получения тонких пленок (физ. основы метода, основы вакуумной техники, техника получения и измерения вакуума, вакуумные системы установок).	9				2		6	Устный опрос, тесты по теме.
2	Получение тонких пленок алюминия на подложке из стекла методом термовакuumного напыления.	9				4		5	Допуск к лабораторной работе в виде устного опроса или ответов на тесты по теме; отчет по работе и её защита
3	Получение тонких пленок Те на монокристаллических подложках методом термовакuumного напыления.	9				4		6	Допуск к лабораторной работе в виде устного опроса или ответов на тесты по теме; отчет по работе и её защита

								защита	
4	Получение тонких пленок и слоев оксида цинка методом химических транспортных реакций.	9				4		5	Допуск к лабораторной работе в виде устного опроса или ответов на тесты по теме; отчет по работе и её защита
<b>Итого по модулю 1</b>						14		22	Зачет по 1 модулю
<b>Модуль 2</b>									
5	Получение тонких пленок (металлы, диэлектрики, полупроводники) на различных подложках методом магнетронного распыления.	9				5		8	Допуск к лабораторной работе в виде устного опроса или ответов на тесты по теме; отчет по работе и её защита
6	Получение тонких пленок диэлектриков и полупроводников на различных подложках методом высокочастотного магнетронного распыления.	9				5		8	Допуск к лабораторной работе в виде устного опроса или ответов на тесты по теме; отчет по работе и её защита
7	Получение нитевидных кристаллов теллура методом термохимической активации.	9				4		6	Допуск к лабораторной работе в виде устного опроса или ответов на тесты по теме; отчет по работе и её защита
<b>Итого по модулю 2</b>						14		22	Зачет по 1 модулю
Всего за 9 семестр 72 часа						28		44	Зачет

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### *Модуль 1.*

**Лабораторная работа № 1.** Температурная зависимость упругости паров различных веществ. Критическая плотность атомного пучка, критическая температура. Типы испарителей. Преимущества и недостатки термовакuumного метода (молекулярно-лучевой метод). Понятие о вакууме, основное уравнение вакуумной техники. Средства получения и измерения вакуума. Вакуумные системы технологических установок.

**Практическая часть:** получение и измерение вакуума на различных ростовых установках.

**Лабораторная работа № 2.** Основы теории зародышеобразования. Термодинамические условия гетерогенного зародышеобразования. Основные механизмы роста пленок на подложках. Методы очистки подложек различной природы от органической и неорганической

ской грязи и контроля их степени чистоты. Адгезия пленки к подложке. Метод определения адгезии путем воздействия ультразвуковых колебаний.

**Практическая часть:** получение тонкой пленки алюминия на подложке из стекла методом термовакуумного напыления. Измерение ее толщины на микроинтерферометре МИИ-4М. Оценка скорости роста. Определение критической температуры роста пленок для фиксированной температуры тигля.

**Лабораторная работа № 3.** Монокристаллические подложки, эпитаксиальный рост, правило Руайе, псевдоморфный слой. Кристаллическая структура, физико-химические свойства теллура. Температурная зависимость упругости паров и парциальный состав паровой фазы теллура.

**Практическая часть:** Получение тонких пленок Те на монокристаллических подложках (слюда, сапфир) методом термовакуумного напыления. Определение температуры эпитаксии. Снятие рентгенограммы и оценка структурного совершенства полученных пленок.

**Лабораторная работа № 4.** Основы химической термодинамики. Основные термодинамические функции и соотношения между ними. Условия фазового и химического равновесия, правило фаз Гиббса. Тепловой эффект химической реакции, закон Гесса. Закон действующих масс и константа химического равновесия. Направление протекания химической реакции. Зависимость константы равновесия от температуры и давления. Примеры газотранспортных химических реакций (из технологии полупроводниковых материалов). Понятие о стандартном состоянии вещества.

**Практическая часть:** Получение тонких пленок и слоев оксида цинка методом химических транспортных реакций.

## *Модуль 2.*

**Лабораторная работа № 5.** Физические основы ионного распыления. Коэффициент распыления и его зависимость от условий распыления. Распределение распыленных частиц по массам, углам, энергиям, зарядовому состоянию. Диодное, триодное, магнетронное распыление. Физика тлеющего разряда, вольт-амперная характеристика, аномальный режим тлеющего разряда. Движение заряженных частиц в магнетронном разряде. Реактивное магнетронное распыление. Преимущества и недостатки магнетронного распыления, современное состояние, перспективы.

**Практическая часть:** Получение тонких пленок (металлы, диэлектрики, полупроводники) на различных подложках методом магнетронного распыления.

**Лабораторная работа № 6.** Движение электрона в переменном ВЧ поле. Постоянный потенциал ВЧ плазмы. Магнитное поле в устройствах ВЧ распыления. Согласование и стабилизация ВЧ мощности. Преимущества и недостатки ВЧ магнетронного распыления по сравнению с магнетронной распылительной системой на постоянном токе и ВЧ-распылением без магнитного поля.

**Практическая часть:** Получение тонких пленок диэлектриков и полупроводников на различных подложках методом высокочастотного магнетронного распыления.

**Лабораторная работа № 7.** Определение одномерных структур (нитевидные структуры, вискеры, ленты и др.). Особенности структуры и свойств одномерных структур с объемными образцами. Суть метода термохимической активации, роль водорода.

**Практическая часть:** Получение нитевидных кристаллов теллура методом термохимической активации.

### 5. Образовательные технологии

По каждой лабораторной работе магистрам дается задание по поиску научных статей (не менее трех) отечественных и зарубежных авторов последних 5-10 лет, в которых дается описание метода получения образцов (тонких пленок) и измерения их физических параметров. Такая информация обычно содержится в разделах статьи: «Методика эксперимента», «Эксперимент», «Техника эксперимента». Преподаватель дает ориентир (указывает перечень журналов) для поиска таких статей. Магистр должен сравнивать (сопоставить) свой эксперимент по лабораторной работе с экспериментальной методикой, описываемой автором в статье. Такая работа приучает магистра к поиску и чтению научных статей, и в дальнейшем облегчит его работу над магистерской диссертацией. В рамках данного спецпрактикума также предусмотрено общение магистров с сотрудниками Дагестанского научного центра РАН, занимающимися технологией полупроводниковых материалов и исследованием их электрофизических свойств.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы магистров.

#### Самостоятельная работа магистров включает:

- Проработка материала по учебной и научной литературе (теоретическая часть по лабораторной работе);
- Обработка данных и составление отчета по лабораторной работе.

#### Вопросы для самостоятельного изучения.

#### Модуль 1.

#### Лабораторная работа № 1.

1. Понятие о паре и газе.
2. Температурная зависимость упругости паров различных веществ.
3. Температура испарения вещества как критерий ее пригодности для получения тонких пленок термовакuumным методом.
4. Критическая плотность атомного пучка, критическая температура.
5. Типы испарителей. Преимущества и недостатки термовакuumного метода (молекулярно-лучевой метод).
6. Понятие о вакууме, степени вакуума (критерии Кнудсена).
7. Основное уравнение вакуумной техники.
8. Получения вакуума. Типы вакуумных насосов (форвакуумные: масляные, сухие; высоковакуумные: диффузионные, криогенные).
9. Измерения вакуума, вакуумметры и дачики (механические, тепловые, ионизационные).
10. Начертить схемы вакуумных систем технологических установок (с использованием принятого стандарта обозначений элементов вакуумных систем).

#### Лабораторная работа № 2.

1. Стадии формирования тонких пленок на поверхности подложек.
2. Основы теории зародышеобразования. Термодинамические условия гетерогенного зародышеобразования.

3. Основные механизмы роста пленок на подложках (зародышевый механизм роста *Фольмера-Фебера*; послойный механизм роста *Франка- ван-дер-Мерве*; смешанный механизм роста *Странского-Крастанова*).
4. Методы очистки подложек различной природы от органической и неорганической грязи и контроля их степени чистоты.
5. Адгезия пленки к подложке. Метод определения адгезии путем воздействия ультразвуковых колебаний.
6. Зависимость проводимости тонкой пленки от толщины.

### **Лабораторная работа № 3.**

1. Монокристаллические подложки Si, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, GaAs, слюда (структура, свойства, применение).
2. Эпитаксиальный рост, правило Руайе, псевдоморфный слой.
3. Кристаллическая структура, физико-химические свойства теллура.
4. Температурная зависимость упругости паров.
5. Парциальный молекулярный состав паровой фазы теллура.

### **Лабораторная работа № 4.**

1. Основы химической термодинамики. Основные термодинамические функции и соотношения между ними.
2. Условия фазового и химического равновесия, правило фаз Гиббса.
3. Тепловой эффект химической реакции, закон Гесса.
4. Закон действующих масс и константа химического равновесия.
5. Направление протекания химической реакции.
6. Зависимость константы равновесия от температуры и давления.
7. Примеры газотранспортных химических реакций (из технологии полупроводниковых материалов). Понятие о стандартном состоянии вещества.

## **Модуль 2.**

### **Лабораторная работа № 5.**

1. Характеристика процесса ионного распыления.
2. Коэффициент распыления и его зависимость от условий распыления.
3. Распределение распыленных частиц по массам, углам, энергиям, зарядовому состоянию. Диодное, триодное, магнетронное распыление.
4. Физика тлеющего разряда, вольт-амперная характеристика, аномальный режим тлеющего разряда.
5. Движение заряженных частиц в магнетронном разряде.
6. Реактивное магнетронное распыление. Преимущества и недостатки магнетронного распыления, современное состояние, перспективы.

### **Лабораторная работа № 6.**

1. Принцип действия ВЧ магнетронного распыления. Движение электрона в переменном ВЧ поле.
2. Рассчитать амплитуду движения иона в переменном ВЧ поле.
3. Постоянный потенциал ВЧ плазмы. Магнитное поле в устройствах ВЧ распыления.
4. Согласование и стабилизация ВЧ мощности в распылительных устройствах.

5. Преимущества и недостатки ВЧ магнетронного распыления по сравнению с магнетронной распылительной системой на постоянном токе и ВЧ- распылением без магнитного поля.

### Лабораторная работа № 7.

1. Определение одномерных структур (нитевидные структуры, вис커сы, ленты и др.). Аспектное отношение.
2. Отличия структуры и свойств одномерных структур от объемных образцов.
3. Суть метода термохимической активации, роль водорода (изучить статью Исмаилов А.М., Шапиев И.М., Рабаданов М.Х., Алиев И.Ш. Синтез эпитаксиальных пленок теллура методом термохимической активации // Письма в ЖТФ, 2015, том 41, вып. 2, с. 64-69).

### 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

#### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1	Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.	<b>знать:</b> способы оценки качества выполненной работы, особенности организации, контроля научной деятельности, профессиональных норм и правил. <b>уметь:</b> самостоятельно решать возникающие проблемы, проявлять серьезную мотивацию к профессии, ставить цели, планировать свою деятельность при выполнении поставленных задач. <b>владеть:</b> умением выстроить профессиональную вертикаль, багажом новых профессиональных знаний и умений, организаторскими способностями.	Устный и письменный опрос
ОПК-3	Способность демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность).	<b>знать:</b> основные способы коммуникации. <b>уметь:</b> порождать новые идеи в профессиональной деятельности. <b>владеть:</b> навыками работы в коллективе в профессиональной деятельности.	Устный и письменный опрос
ОПК-4	Способность само-	<b>знать:</b>	Устный и

	<p>стоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.</p>	<p>методы самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.</p> <p><b>уметь:</b> самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.</p> <p><b>владеть:</b> способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.</p>	<p>письменный опрос</p>
ПК-18	<p>Способность проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.</p>	<p><b>знать:</b> ФГОС, учебный план и иметь представление о содержании и планировании учебной работы.</p> <p><b>уметь:</b> Организовывать и контролировать ход учебного процесса.</p> <p><b>владеть:</b> Навыками проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководства курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.</p>	<p>Устный и письменный опрос</p>
ПК-19	<p>Способность овладеть навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий.</p>	<p><b>знать:</b> - в совершенстве теоретические основы дисциплины, по которой проводятся занятия, современную литературу по тематике дисциплины. - темы практических занятий, особенности выполнения лабораторных работ, современные образовательные технологии.</p> <p><b>уметь:</b> - разрабатывать методические указания для студентов по организации изучения дисциплины, придумывать темы расчетных заданий, заданий для самостоятельной работы студентов. - разрабатывать новые лабораторные работы, темы для практических занятий и планы лекций</p> <p><b>владеть:</b></p>	<p>Устный и письменный опрос</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками составления методических указаний по проведению лабораторных и практических занятий, плана лекций.</li> <li>- базовыми навыками чтения лекций, проведения лабораторных и практических занятий со студентами.</li> </ul>	
--	--	---	--

**7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- получение допусков к лабораторным работам – 20 баллов
- выполнение лабораторных заданий – 20 баллов,

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- ведение лабораторного журнала – 10 баллов,
- составление отчетов по выполненным работам – 20 баллов,
- защита лабораторных работ - 20 баллов.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

**а) основная литература:**

1. Кузьмичёв А.И. Магнетронные распылительные системы. Кн.1. Введение в физику и технику магнетронного распыления. -К.: Аверс, 2008. -244 с.
2. Броудай И., Мерей Дж. Физические основы микротехнологии. -М.: Мир, 1985. -496 с.
3. Холлэнд Л. Нанесение тонких пленок в вакууме. -М.: Госэнергоиздат, 1963.
4. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. -М.:Химия, 1975.-584 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. -М.: Техносфера, 2010. -528 с.
2. Технология тонких пленок (справочник). Т.1 / Под ред. Л. Майселла, Р. Глэнга. -М.: Сов. Радио, 1977.
3. Данилин Б.С. Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок. -М.: Энергоатомиздат, 1989.
4. Лабунов В.А., Данилович Н.И., Уксусов А.С., Минайчев В.Е. Современные магнетронные распылительные устройства//Зарубежная электронная техника. 1982. Вып. 10(256). С.3 - 62.
5. Шелинский Г.И. Основы теории химических процессов: Пособие для учителя.- М.: Просвещение, 1989. -192 с.
6. Шефер Г. Химические транспортные реакции. М.: Мир, 1964. -189 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».

2. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru).

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Лабораторные работы по «Технологии получения полупроводниковых материалов» выполняются одновременно всей группой. Это связано с тем, что для выполнения этих работ требуется значительное время (5-6 часов).

На первом, вводном занятии до студентов доводится содержание и календарный план проведения практикума, Указывается число баллов, которое может набрать студент при выполнении лабораторного практикума в соответствии с действующей в вузе рейтинговой системой со 100-балльной шкалой оценок. Проводится инструктаж по технике безопасности при выполнении работ с оформлением в соответствующем журнале. На этом же занятии преподаватель выдает задания по лабораторным работам.

Перед каждой лабораторной работой магистр сдаёт краткий коллоквиум, отражающий уровень предварительной подготовки к выполнению работы. Коллоквиум проводится в виде устного собеседования с преподавателем.

Все данные, полученные в ходе работы, записываются в отдельной тетради, которая является рабочим журналом по лабораторному практикуму.

По каждой лабораторной работе в журнал заносятся:

- название работы;
- задание на выполнение работы;
- план работы (упражнения);
- схема установки;
- первичные экспериментальные данные в виде таблиц без каких-либо пересчетов или преобразований;
- результаты предварительной обработки данных в объеме, необходимом для определения их полноты и надежности.

По окончании работы лабораторный журнал подписывается преподавателем.

По итогам каждой лабораторной работы оформляется отчет, который сдается преподавателю на следующем после выполнения данной работы занятии.

Отчет должен включать:

- краткое теоретическое введение, отражающее устройство, принцип действия и назначение исследуемого прибора;
- задание на выполнение работы;
- план проведения эксперимента (упражнений);
- схему установки и ее краткое описание;
- результаты и их обсуждение, в том числе анализ погрешности эксперимента, методику обработки результатов,
- теоретические расчеты, анализ полученных данных и сравнение их с литературными;
- выводы;
- список использованной литературы.

По итогам каждой лабораторной работы преподаватель выставляет оценку, учитывающую предварительную подготовку, объём и качество экспериментальной части работы, глубину обсуждения результатов и качество отчета.

## 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Пособия по лабораторным работам, литература.
2. Построение графиков, вычисления и обработка данных по лабораторным работам проводится с использованием компьютерной техники.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Лабораторные работы по «Технологии получения полупроводниковых материалов и структур» выполняются в «Научно-исследовательской лаборатории физики тонких пленок» кафедры физической электроники. Лаборатория оснащена современным технологическим оборудованием на базе сухих спиральных (безмаслянных) форвакуумных и высоковакуумных криогенных насосов, трехканальной системой напуска технологических газов, широкодиапазонными вакуумметрами и др.

**Составитель:**

кандидат физ.-мат. наук,  
доцент кафедры  
физической электроники ДГУ

Исмаилов А.М.