

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра _____ Физики _____
(полное наименование кафедры)



Регистрационный № 23.09/46-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Газофазная эпитаксия полупроводников

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.04.04 Электроника и микроэлектроника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

магистр

(квалификация)

Промышленная электроника

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.04.04 Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.09.2017 № 956, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Газофазная эпитаксия полупроводников» является:

ознакомление студентов с уровнем развития современной полупроводниковой технологией, используемыми методами и подходами, с основными проблемами и задачами, стоящими на пути дальнейшего развития полупроводниковой микро и наноэлектроники

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

освоение студентами комплекса теоретических и практических знаний, позволяющих им свободно ориентироваться в современном производстве полупроводниковых приборов интегральных схем

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Газофазная эпитаксия полупроводников» Б1.В.09 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры «11.04.04 Электроника и наноэлектроника». Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как: «Микро- и нанотехнологии».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ПК-3	Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований
2	ПК-5	Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
3	ПК-8	Готов обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов
4	ПК-13	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

ПК-3.1	Знает принципы подготовки технических заданий на современные электронные устройства
ПК-3.2	Умеет разрабатывать приборы и системы электронной техники
ПК-3.3	Владеет навыками разработки рабочей топологии и плана технологии монтажа и сборки электронной компонентной базы изделий микро- и наноэлектроники
ПК-5.1	Знает современные технологические процессы производства изделий микро- и наноэлектроники

ПК-5.2	Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники
ПК-5.3	Владеет навыками проектирования технологических процессов производства изделий микро- и нанoeлектроники
ПК-8.1	Знает принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микроэлектроники
ПК-8.2	Умеет анализировать характеристики изделий электронной техники и процессов их изготовления
ПК-8.3	Владеет навыками оценки экономической эффективности технологических процессов
ПК-13.1	Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований
ПК-13.2	Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования
ПК-13.3	Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			2
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	144	144
Контактная работа с обучающимися		54.35	54.35
в том числе:			
Лекции		24	24
Практические занятия (ПЗ)		26	26
Лабораторные работы (ЛР)			-
Защита контрольной работы			-
Защита курсовой работы		2	2
Защита курсового проекта			-
Промежуточная аттестация		2.35	2.35
Самостоятельная работа обучающихся (СРС)		56	56
в том числе:			
Курсовая работа		20	20
Курсовой проект			-
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала		36	36
Подготовка к промежуточной аттестации		33.65	33.65
Вид промежуточной аттестации			Экзамен

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная

1	Раздел 1. Методы эпитаксии кремния из газовой фазы	Легирование и автолегирование. Особенности выращивания структур со скрытыми слоями. Газофазная эпитаксия. Хлоридный, хлоридно-гидридный и МОС-гидридный методы	2		
2	Раздел 2. Жидкостная эпитаксия и области ее применения	Жидкостная эпитаксия и области ее применения. Механизм кристаллизации из раствора в расплаве Фазовое равновесие. Равновесная и неравновесная кристаллизация. Коэффициент распределения примесей. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Механизм кристаллизации из раствора в расплаве Фазовое равновесие. Равновесная и неравновесная кристаллизация. Коэффициент распределения примесей. Молекулярно-лучевая эпитаксия	2		
3	Раздел 3. Структуры полупроводник-диэлектрик	технология получения структур электрохимическим окислением. Электрофизические свойства структур. Основные нестабильности и методы их уменьшения.	2		
4	Раздел 4. Структуры оптоэлектроники	Технология получения гетероструктур для лазеров и светодиодов. Планарные и канальные оптические волноводы. Особенности получения многослойных структур.	2		
5	Раздел 5. Процессы толсто пленочной технологии	Приготовление порошков и паст для проводников и резисторов на основе палладия, серебра, золота, рутения, иридия, кадмия. Получение резисторов на основе окислов редких металлов, боридов, карбидов и нитридов.	2		
6	Раздел 6. Процесс ионного распыления материалов	Особенности распыления металлов и диэлектриков. Зависимость коэффициентов распыления различных факторов. Закономерности удаления материала с распыляемой поверхности и особенности их использования в технологических процессах микроэлектронного производства.	2		
7	Раздел 7. Применение ионно-плазменных распылительных систем для нанесения и травления материалов	Физико-технологические основы процессов осаждения пленок и травления материалов. Модели процессов осаждения и травления материалов.	2		
8	Раздел 8. Методы нанесения тонких пленок в вакууме	Методы нанесения тонких пленок в вакууме: вакуум-термический, термоионный, электронно-лучевой, ионно-плазменный (с использованием разрядов на постоянном токе (ПТ), а также ВЧ и СВЧ разрядов), с помощью автономных ионных источников. Магнетронные распылительные системы.	2		
9	Раздел 9. Нанотехнология	современные технологические методы формирования наноструктур. Процессы самоорганизации и самоформирования в технологии наноструктур.	2		
10	Раздел 10. Технология для получения эпитаксиальных слоев	Принципиальные схемы проведения эпитаксиальных процессов. Промышленные методы эпитаксиального наращивания и виды применяемого оборудования. Эпитаксия при пониженных давлениях, молекулярно-лучевая эпитаксия.	2		
11	Раздел 11. Оборудование для получения эпитаксиальных слоев	Эпитаксия при пониженных давлениях, молекулярно-лучевая эпитаксия	2		

12	Раздел 12. Методы и технология откачки и газозаполнения электровакуумных и газоразрядных приборов	Откачка удалением и связыванием. Криогенная откачка. Вакуумное технологическое оборудование для формирования остаточной вакуумной среды в электронных приборах.	2		
----	--	---	---	--	--

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 5

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Опτικο-цифровые приборы

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семи-нары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Методы эпитаксии кремния из газовой фазы	2	2			2	6
2	Раздел 2. Жидкостная эпитаксия и области ее применения	2	2			2	6
3	Раздел 3. Структуры полупроводник-диэлектрик	2	4			2	8
4	Раздел 4. Структуры оптоэлектроники	2	2			4	8
5	Раздел 5. Процессы толсто пленочной технологии	2	2			4	8
6	Раздел 6. Процесс ионного распыления материалов	2	2			4	8
7	Раздел 7. Применение ионно-плазменных распылительных систем для нанесения и травления материалов	2	2			4	8
8	Раздел 8. Методы нанесения тонких пленок в вакууме	2	2			4	8
9	Раздел 9. Нанотехнология	2	2			2	6
10	Раздел 10. Технология для получения эпитаксиальных слоев	2	2			4	8
11	Раздел 11. Оборудование для получения эпитаксиальных слоев	2	2			2	6
12	Раздел 12. Методы и технология откачки и газозаполнения электровакуумных и газоразрядных приборов	2	2			2	6
Итого:		24	26	-	-	36	86

6. Лекции

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Номер раздела	Тема лекции	Всего часов
1	1	Методы эпитаксии кремния из газовой фазы	2
2	2	Жидкостная эпитаксия и области ее применения	2
3	3	Структуры полупроводник-диэлектрик	2
4	4	Структуры оптоэлектроники	2
5	5	Процессы толстопленочной технологии	2
6	6	Процесс ионного распыления материалов	2
7	7	Применение ионно-плазменных распылительных систем для нанесения и травления материалов	2
8	8	Методы нанесения тонких пленок в вакууме	2
9	9	Нанотехнология	2
10	10	Технология для получения эпитаксиальных слоев	2
11	11	Оборудование для получения эпитаксиальных слоев	2
12	12	Методы и технология откачки и газозаполнения электровакуумных и газоразрядных приборов	2
Итого:			24

7. Лабораторный практикум

Рабочим учебным планом не предусмотрено

8. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Номер раздела	Тема занятия	Всего часов
1	1	Равновесная и неравновесная кристаллизация. Коэффициент распределения примесей.	2
2	2	Дефекты, вызванные инородными примесями. Влияние примесей на равновесие собственных дефектов. Физико-химические основы процессов легирования	2
3	3	Электрофизические свойства структур полупроводник-диэлектрик.	2
4	3	Основные нестабильности структуры полупроводник-диэлектрик и методы их уменьшения.	2
5	4	Планарные и каналные оптические волноводы.	2
6	5	Приготовление порошков и паст для проводников и резисторов на основе палладия, серебра, золота, рутения, иридия, кадмия.	2
7	6	Получение резисторов на основе окислов редких металлов, боридов, карбидов и нитридов.	2
8	7	Зависимость коэффициентов распыления различных факторов.	2
9	8	Модели процессов осаждения и травления материалов.	2
10	9	Магнетронные распылительные системы.	2
11	10	Проблемы создания упорядоченных наноструктурированных материалов на большой площади.	2

12	11	Эпитаксия при пониженных давлениях, молекулярно-лучевая эпитаксия.	2
13	12	Откачка удалением и связыванием.	2
Итого:			26

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом предусмотрена курсовая работа.

Подготовка к написанию курсовой работы.

Курсовая работа направлена на закрепление теоретических знаний путем решения конкретной практической задачи по изучаемой дисциплине.

Подбор литературы осуществляется студентом самостоятельно, с учетом рекомендованного перечня. Изучение литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, а также рекомендуемых источников к планам семинарских и практических занятий.

План курсовой работы должен состоять из введения, 3 глав и 2-4 вопросов (пунктов) в основной части, заключения, списка литературы и приложений. Формулировки пунктов плана определяются целевой направленностью работы, исходя из её задач.

В процессе написания курсовой работы студент должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

В установленные кафедрой сроки законченная курсовая работа представляется на проверку преподавателю. Преподаватель, проверив работу, может возвратить ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Таблица 9

№ п/п	Тема курсового проекта (работы)
1	Метод молекулярно-лучевой эпитаксии для получения наноразмерных структур. Водородное восстановление тетрахлорида кремния (SiCl ₄). Быстродействующее термическое химическое парофазное осаждение. Режим эпитаксиального роста Странски-Крастанова. Поверхностные состояния на гетерогранице HgTe/CdHgTe. Исследование особенностей эпитаксии GaN на а-срезе сапфира. Фотолитография с УФ-излучением. Жидкостное анизотропное травление кремния

10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 10

№ п/п	Номер раздела	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля	Всего часов
1	1	Изучение темы: Особенности выращивания структур со скрытыми слоями. Подложки кремния для планарной технологии. Изготовление подложек. Обработка подложек. Очистка подложек.	Собеседование, опрос	2

2	2	Изучение темы: Модели ионной имплантации. Распределение примесей и формирование дефектов в процессе ионной имплантации. Ионная имплантация как метод легирования. Отжиг, маскирование, гетерирование.	Собеседование, опрос	2
3	3	Изучение темы: Структуры диэлектрик-арсенид галлия. Методы получения и электрофизические свойства. Основные трудности изготовления структур.	Собеседование, опрос	2
4	4	Изучение темы: Приготовление порошков и диэлектрических паст на основе титанатов бария, кальция, висмута и др.	Собеседование, опрос	4
5	5	Изучение темы: Особенности получения многослойных структур. Технология получения структур для солнечных батарей.	Собеседование, опрос	4
6	6	Изучение темы: Закономерности удаления материала с распыляемой поверхности и особенности их использования в технологических процессах микроэлектронного производства. Моделирование процессов распыления.	Собеседование, опрос	4
7	7	Изучение темы: Физико-технологические основы процессов осаждения пленок и травления материалов. Модели процессов осаждения и травления материалов.	Собеседование, опрос	4
8	8	Изучение темы: Процессы самоорганизации и самоформирования в технологии наноструктур. Проблемы создания упорядоченных наноструктурированных материалов на большой площади.	Собеседование, опрос	4
9	9	Изучение темы: Типовые технологические процессы изготовления СБИС	Собеседование, опрос	2
10	10	Изучение темы: Моделирование работы эпитаксиального оборудования. Алгоритмы и программы расчета и моделирование процесса и основных элементов ТО эпитаксии.	Собеседование, опрос	4
11	11	Изучение темы: Типы промышленных установок. Методы контроля и стабилизации параметров эпитаксиальных процессов. Микропроцессорное управление процессами эпитаксии.	Собеседование, опрос	2
12	12	Изучение темы: Вакуумное технологическое оборудование для формирования остаточной вакуумной среды в электронных приборах.	Собеседование, опрос	2
Итого:				36

11. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;

- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические рекомендации по подготовке и защите курсовой работы (проекта).

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета «Положение о фонде оценочных средств» и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

13.1. Основная литература:

1. Колосько, Анатолий Григорьевич.

Основы микро- и нанотехнологий. Технология и производство : [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Г. Колосько, С. В. Кузьмин ; рец.: Н. С. Пщелко, К. О. Коровин ; М-во цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, С.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2022. - 114 с. : ил., цв. ил. - (дата обращения: 16.12.2022) . - Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет, свободный доступ из локальной сети. - Библиогр.: с. 114. - ISBN 978-5-89160-276-2 : 616.87 р.

13.2. Дополнительная литература:

1. Выращивание эпитаксиальных слоев арсенида галлия методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений : [Электронный ресурс] : описание лабораторной работы. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 1999. - 16 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/153072>. - . Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Химия
2. Метод сублимационной молекулярно-лучевой эпитаксии кремния с газовым источником германия : [Электронный ресурс] : практикум. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. - 13 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/153137>. - . Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Инженерно-технические науки. Рекомендовано методической комиссией физического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 03.04.02 «Физика»
3. Сысоев, И. А.
Градиентная эпитаксия для получения микро и наноструктур твердых растворов AIII BV через тонкую газовую зону : [Электронный ресурс] : монография / И. А. Сысоев, Л. С. Лунин. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 97 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/155169>. - ISBN 978-5-9296-0785-1 : Б. ц. Книга из коллекции СКФУ - Физика
4. Кузнецов, В. В.
Межфазные взаимодействия при гетероэпитаксии полупроводниковых твердых растворов : [Электронный ресурс] : монография / В. В. Кузнецов, П. П. Москвин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 376 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/206933>. - ISBN 978-5-8114-3809-9 : Б. ц. Книга из коллекции Лань - Химия . - [Б. м. : б. и.]. - <https://e.lanbook.com/book/123664>

14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- www.sut.ru
- lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut

15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

15.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Газофазная эпитаксия полупроводников» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить пробелы в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

15.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале

замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

15.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

15.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучающегося на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных

аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые

- слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
 - повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждение понимания его высказывания или вопроса;
 - обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
 - использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

15.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 11

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
4	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
5	Аудитория для самостоятельной работы	Компьютерная техника
6	Читальный зал	Персональные компьютеры
7	Учебная лаборатория кафедры физики	Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы

Лист изменений № 1 от 9 января 2020 г

Рабочая программа дисциплины
«Газофазная эпитаксия полупроводников»

Код и наименование направления подготовки/специальности:

11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность/профиль образовательной программы:

Промышленная электроника

Из п. 14.2 Информационно-справочные системы исключить с 08.01.2020 г. строку: ЭБС IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)

Основание: прекращение контракта № 4784/19 от 25.01.2019 г. на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Внесенные изменения утверждаю:

Начальник УМУ _____ Л.А. Васильева