Документ полтисан простой алектронной полтиство НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректо Федеральное посударственное автономное образовательное учреждение Дата подписания: 12.05.2023 17:25:00 высшего образования

Уникальный профрациональный исследовательский технологический университет «МИСИС»

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

# Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Материаловедение полупроводников и диэлектриков

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков Закреплена за подразделением

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ Направление подготовки

Профиль

Форма обучения очная Общая трудоемкость **83ET** 

Часов по учебному плану 288 Формы контроля в семестрах: экзамен 5, 6

в том числе:

136 аудиторные занятия 80 самостоятельная работа часов на контроль 72

# Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого				
Недель	1	8	1	8					
Вид занятий	УП	РΠ	УП	РΠ	УП	РΠ			
Лекции	34	34	34	34	68	68			
Лабораторные	17	17	17	17	34	34			
Практические	17	17	17	17	34	34			
Итого ауд.	68	68	68	68	136	136			
Контактная работа	68	68	68	68	136	136			
Сам. работа	40	40	40	40	80 80				
Часы на контроль	36	36	36	36	72	72			
Итого	144	144	144	144	288	288			

# Программу составил(и):

кфмн, Доцент, Подгорный Дмитрий Андреевич

# Рабочая программа

## Материаловедение полупроводников и диэлектриков

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2015 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Протокол от 26.06.2020 г., N 

06/20

Руководитель подразделения А.Р.Оганов

	1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ								
1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций, в соответствие с учебным планом.								
1.2	Сформировать представления о материаловедении полупроводников и диэлектриков, как научной дисциплине, изучающей закономерности образования полупроводниковых и диэлектрических фаз и обеспечивающей создание полупроводниковых и диэлектрических материалов с заданными свойствами.								
1.3	Научить пониманию и анализу зависимости свойств полупроводниковых и диэлектрических материалов, используемых в микроэлектронике, наноэлектронике, силовой электронике, оптоэлектронике, солнечной энергетике, спинэлектронике от химического и фазового состава, структурного совершенства.								
1.4	Научить умению прогнозировать и рассчитывать свойства полупроводниковых и диэлектрических материалов, в том числе при работе их в приборных устройствах в течение длительного времени.								

	2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
	Блок ОП: Б1.В.ДВ.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Кристаллография
2.1.2	Практическая кристаллография
2.1.3	Электротехника
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Атомное строение фаз
2.2.2	Биохимия наноматериалов
2.2.3	Инженерия поверхности
2.2.4	Квантовая и оптическая электроника
2.2.5	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур
2.2.6	Методы получения наночастиц и наноматериалов
2.2.7	Мехатроника
2.2.8	Наноструктурные термоэлектрики
2.2.9	Основы компьютерной металлографии
2.2.10	Основы магнетизма. Часть 1. Физика магнетизма
2.2.11	Основы физики поверхности
2.2.12	Термодинамика и кинетика аморфизирующихся систем
2.2.13	Физика и техника высоких давлений, фазовые превращения в углероде и нитриде бора
2.2.14	Физика полупроводниковых приборов
2.2.15	Физика прочности
2.2.16	Физико-химия металлов и неметаллических материалов
2.2.17	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ
2.2.18	Высокотемпературные материалы
2.2.19	Композиционные и керамические материалы
2.2.20	Композиционные материалы
2.2.21	Компьютерное моделирование материалов и процессов
2.2.22	Компьютерное моделирование процессов получения материалов
2.2.23	Математические методы моделирования физических процессов
2.2.24	Металловедение сварки
2.2.25	Методы исследования структур и материалов. Часть 2
2.2.26	Объемные наноматериалы
2.2.27	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
2.2.28	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.29	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.30	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.31	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.32	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.33	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.34	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.35	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

2.2.36	Специальные сплавы
2.2.37	Структура и свойства функциональных наноматериалов
2.2.38	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.39	Функциональные материалы электроники
2.2.40	Экстремальные технологии получения наноматериалов

# 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

# ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований

#### Знать:

- ПК-1-31 некоторые разделы физики и химии
- ПК-1-32 физические принципы заложенные в основе методов исследования материалов

# ПК-3: Способен участвовать в реализации типовых технологических процессов

#### Знать:

ПК-3-31 физические основы технологических процессов и критерии выбора материалов

# ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

## <del>З</del>нать:

- ОПК-6-32 основные свойства материалов используемых в электронной промышленности
- ОПК-6-31 классификацию полупроводниковых и диэлектрических материалов используемых в электронной технике

# ПК-3: Способен участвовать в реализации типовых технологических процессов

## Уметь:

- ПК-3-У1 моделировать отдельные этапы технологических процессов получения полупроводниковых и диэлектрических материалов и приборов твёрдотельной электроники
- ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований

#### Уметь

ПК-1-У1 исследовать физические свойства полупроводниковых, диэлектрических и металлических материалов

# ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

# Уметь:

- ОПК-6-У2 анализировать влияние легирующих и фоновых примесей, структурных дефектов на физические свойства полупроводниковых и диэлектрических материалов и приборных структур твёрдотельной электроники
- ОПК-6-УЗ устанавливать влияние различных параметров технологических процессов на свойства получаемых в ходе процессов материалов или приборов и корректировать с целью получения материала или прибора с заданными свойствами
- ОПК-6-У1 разрабатывать составы и структуры полупроводниковых и диэлектрических материалов, в том числе наноматериалов, с заданными свойствами

# ПК-3: Способен участвовать в реализации типовых технологических процессов

## Владеть:

ПК-3-В1 расчетом процессов легирования и выращивания кристаллов и плёнок полупроводников и диэлектриков

# ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

# Владеть:

ОПК-6-В1 методами оценки и расчета параметров материалов и приборных структур

## ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований

## Владеть:

- ПК-1-В1 планировать и организовывать измерения физических свойств (электрических, оптических, магнитных, механических и других) полупроводниковых, диэлектрических и металлических материалов
- ПК-1-В2 использовать приборы и установки для измерения физических свойств (электрических, оптических, магнитных, механических) различных материалов и приборов твёрдотельной электроники

		4. CTI	РУКТУР	А И СОДЕРЖА	ние			
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполн яемые работы
	Раздел 1. Химическая связь, фазовые состояния, структурные особенности и свойства твердых тел							
1.1	Введение в материаловедение полупроводников и диэлектриков. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л1.6Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9		KM2	
1.2	Основные свойства полупроводников, диэлектриков и металлов /Лек/	5	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ПК -1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6		KM2,K M1	
1.3	Влияние легирования на термоэлектрические свойства полупроводниковых материалов /Лаб/	5	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.8 Л2.9Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			P5
1.4	Механические свойства полупроводниковых материалов /Лаб/	5	5	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.6 Л1.7Л2.4Л3. 1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6			P6
1.5	Кристаллическая структура основных полупроводников и металлов /Пр/	5	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31	Л1.4 Л1.6Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6		KM2	P1
1.6	Оценка электричесских свойств полупроводников от степени легирования /Пр/	5	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.5 Л2.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6		KM2	P2
1.7	Подготовка к лабораторным работам и обработка данных лабораторных работ /Ср/	5	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -В1	Л1.6 Л1.7 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.8 Л2.9Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			P5,P6

1.8	Выполнение д/з № 1 /Cp/ Подготовка к лекциям /Cp/	5	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM2	P1
	Раздел 2. Химические			1-31 ПК-1-32	Л1.10Л2.1 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6		
	связи						
2.1	Основные представления о химических связях /Лек/	5	8	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM2	
2.2	Подготовка к лекциям /Ср/	5	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM2	
	Раздел 3. Основные представления о строении и свойствах элементарных полупроводников, диэлектриков, двойных и тройных полупроводниковых соединений						
3.1	Основные представления о химических связях, атомном строении и свойствах элементарных полупроводников /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-3-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM2,K M1	
3.2	Химические связи, структура и свойства двойных и тройных полупроводниковых соединений и твёрдых растворов на их основе /Лек/	5	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-3-31	Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM2,K M1	
3.3	Химические связи, структура и свойства диэлектрических соединений /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-3-31	Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM2,K M1	

3.4	Влияние состава твердого	5	6	ОПК-6-31	Л1.4 Л1.6			P7
3.1	раствора при изовалентном	5		ОПК-6-32	Л1.9			1 /
	замещении на ширину			ОПК-6-У1	Л1.10Л2.1			
	запрещенной зоны /Лаб/			ОПК-6-У2	Л2.2 Л2.4			
				ОПК-6-У3	Л2.5 Л2.7			
				ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32	Л2.8 Л2.9Л3.1			
				ПК-1-У1 ПК-1	Л3.2 Л3.3			
				-В1 ПК-1-В2	91 92 93 94			
					<b>95 96 97 98</b>			
					Э9			
3.5	Расчет параметров	5	5	ОПК-6-31	Л1.6 Л1.9		KM2	
	полупроводниковых материалов /Пр/			ОПК-6-32 ОПК-6-У1	Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.5			
	материалов / пр/			ОПК-6-У2	Л2.7 Л2.8			
				ОПК-6-В1 ПК-	Л2.9			
				1-31	91 92 93 94			
					<b>Э5 Э6</b>			
3.6	Написание реферата /Ср/	5	6	ОПК-6-31	Л1.4 Л1.5		KM1	
				ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-3-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1			
				1-31 1111-3-31	Л2.2 Л2.4			
					Л2.5 Л2.7			
					91 92 93 94			
					<b>35 36</b>			
3.7	Подготовка к лекциям /Ср/	5	4	ОПК-6-31	Л1.4 Л1.5		KM2	
				ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-3-31	Л1.6 Л1.9			
				1-31 11K-3-31	Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3			
					Л2.4 Л2.5			
					Л2.6 Л2.7			
					Л2.8 Л2.9			
					91 92 93 94			
3.8	Подготовка к лабораторным	5	4	ОПК-6-31	Э5 Э6 Л1.6 Л1.9			P7
3.0	работам и обработка	3		ОПК-6-31	Л1.10Л2.1			1 /
	данных лабораторных			ОПК-6-У1	Л2.2 Л2.4			
	работ /Ср/			ОПК-6-У2	Л2.8 Л2.9			
				ОПК-6-У3	91 92 93 94			
				ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32	95 96 97 98 99			
				ПК-1-У1 ПК-1	] 39			
				-В1 ПК-1-В2				
	Раздел 4. Структурные							
	дефекты							
	(несовершенства) в							
	полупроводниках, диэлектриках и металлах							
4.1	Структурные дефекты в	5	10	ОПК-6-31	Л1.4 Л1.5		KM2	
	твёрдых кристаллических	2		ОПК-6-32 ПК-	Л1.6Л2.1			
	телах /Лек/			1-31 ПК-1-32	Л2.2 Л2.3			
				ПК-3-31	Л2.4 Л2.6			
					91 92 93 94 95 96			
4.2	Влияние дислокаций на	6	6	ОПК-6-31	Л1.6 Л1.9			P8
7.2	время жизни неосновных	U		ОПК-6-31	Л1.10Л2.1			10
	носителей заряда /Лаб/			ОПК-6-У1	Л2.2 Л2.4			
				ОПК-6-У2	Л2.8			
				ОПК-6-У3	Л2.9Л3.1			
				ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32	Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
				ПК-1-У1 ПК-1	95 96 97 98			
				-В1 ПК-1-В2	39			
	1		1	<u> </u>	L	L	L	

4.3	Расчет равновесной концентрации собственных структурных дефектов /Пр/	5	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31	Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4	KM2	Р3
4.4	Оценка влияния концентрации структурных дефектов и их влияния на электрические свойства полупроводниковых материалов /Пр/	5	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31	Э5 Э6 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 ЭЗ Э4 Э5 Э6	KM2	P3
4.5	Выполнение д/з № 3 /Ср/	5	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 ЭЗ Э4 Э5 Э6		P3
4.6	Подготовка к лабораторным работам и обработка данных лабораторных работ /Ср/	6	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 ЭЗ Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9		P8
4.7	Подготовка к лекциям /Ср/	5	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-3-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM2	
	Раздел 5. Примеси в полупроводниках						
5.1	Примеси в полупроводниковых и диэлектрических фазах /Лек/	6	8	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM3	
5.2	Оценка влияния примеси на электрические свойства полупроводниковых материалов /Пр/	6	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.3 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	КМ3	

5.3	Подготовка к лекциям /Cp/ Раздел 6. Поверхностные явления в	6	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM3	
6.1	полупроводниках Особенности поверхностных явлений в полупроводниковых и диэлектрических фазах /Лек/	6	8	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 ЭЗ Э4 Э5 Э6	KM3	
6.2	Влияние характера обработки поверхности на поверхностную проводимость /Лаб/	6	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У2 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-1-В2 ПК-3-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.8 Л2.9Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8		Р9
6.3	Оценка поверхностных свойств полупроводников /Пр/	6	5	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-3-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM3	
6.4	Подготовка к лекциям /Ср/	6	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM3	
6.5	Подготовка к лабораторным работам и обработка данных лабораторных работ /Ср/	6	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У2 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-1-В2 ПК-3-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9		Р9
	Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах						
7.1	Фазовые равновесия в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах /Лек/	6	10	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.2 Л2.5 Л2.7 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM3	

			1		1	1	1
7.2	Построение разрезов трехкомпонентных фазовых диаграмм /Пр/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.10 Э1 Э2 ЭЗ Э4 Э5 Э6	KM3	P4
7.3	Выполнение д/з № 4 /Ср/	6	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6		P4
7.4	Подготовка к лекциям /Ср/	6	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.2 Л2.5 Л2.7 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM3	
	Раздел 8. Диффузия в полупроводниках						
8.1	Диффузия в твёрдых телах /Лек/	6	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	КМ3	
8.2	Особенности диффузионных процессов в полупроводниках /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	KM3	
8.3	Определение коэффициента диффузии в полупроводнике по глубине залегания p-n-перехода /Лаб/	6	5	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.8 Л2.9 Л2.11Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 ЭЗ Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9		P10
8.4	Оценка параметров диффузии /Пр/	6	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-У3 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	КМ3	

8.5	Подготовка к лекциям /Ср/	6	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 ЭЗ Э4	KM3	
8.6	Подготовка к лабораторным работам и обработка данных лабораторных работ /Ср/	6	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-У2 ОПК-6-В1 ПК- 1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Э5 Э6 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.8 Л2.9 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9		P10

	5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ							
5.	5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки							
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки					
KM1	Реферат	ОПК-6-31;ОПК-6- 32;ОПК-6-У2;ПК-1 -31;ПК-3-31	Задание на написание реферата выдается персонально. Тема реферата относится к разделу 3. Основные представления о строении и свойствах элементарных полупроводников, диэлектриков, двойных и тройных полупроводниковых					

10) 40		OTHE COLOTTE	n 1 C *
KM2	Экзамен 1 семестр	ОПК-6-31;ОПК-6- 32;ОПК-6-У1;ОПК-	Раздел 1. Свойства твердых тел
		6-У2;ОПК-6-У3;ПК	1.1. Классификация материалов: проводники, полупроводники,
		-1-31;ПК-1-32;ПК-1	диэлектрики. Основные принципы.
		-У1;ПК-3-31;ПК-3- У1	1.2. Электронное строение атомов. Атомные радиусы. 1.3. Классификация свойств твердых тел. Структурно-
			чувствительные и структурно-нечувствительные свойства.
			1.4. Основные свойства полупроводников. Электрические свойства.
			1.5. Основные свойства диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость и поляризация.
			1.6. Свойства материалов: тепловые свойства. Термоэлектрические
			явления.
			1.7. Свойства материалов: оптические свойства. Люминесценция.
			Поляризация света. 1.8. Свойства материалов: акустические свойства.
			Акустооптическое взаимодействие.
			1.9. Свойства материалов: механические свойства. Закон Гука.
			Модуль Юнга. Пьезоэлектрический эффект. 1.10. Свойства материалов: магнитные свойства. Магнито-мягкие,
			магнито-твердые материалы.
			Раздел 2. Химические связи.
			2.1. Споружную осучения спейств межения спействания
			2.1. Сравнение основных свойств материалов с различными типами химической связи (характеристика и энергия связи, структура,
			электрические, тепловые, оптические)
			2.2. Типы химических связей и электронная плотность в
			элементарных кристаллических твердых телах. Гетеродесмичность химических связей.
			2.3. Ионная связь. Электроотрицательность. Закономерность
			образования ионной связи по Л.Полингу.
			2.4. Ионная связь. Уравнение Моделунга. Поляризуемость ионной связи. Ионные радиусы.
			2.5. Ван-дер-вальсова (поляризационная) связь.
			2.6. Металлическая связь. Полиморфизм.
			2.7. Ковалентная связь. Метод валентных связей. 2.8. Ковалентная связь. Метод молекулярных орбит.
			2.9. Ковалентная связь. Гибридизация валентных орбиталей.
			D2 O
			Раздел 3. Основные представления о строении и свойствах элементарных полупроводников, диэлектриков, двойных и тройных
			полупроводниковых соединений
			3.1. Элементарные полупроводники (структура, свойства, зонная
			структура, области применения).
			3.2. Химические связи в элементарных полупроводниках и
			структуры, в которых кристаллизуются эти вещества. Правило Юм -Розери.
			3.3. Химические связи и структура углеродных нанообразований
			(фуллеренов, фуллериты, нанотрубки, графен)
			3.4. Аморфные полупроводники. 3.5. Классификация полупроводниковых и диэлектрических
			соединений. Ионные радиусы.
			3.6. Закономерности образования полупроводниковых соединений.
			Правило Музера-Пирсона. 3.7. Закономерности образования полупроводниковых соединений.
			Правило Горюновой Н.А.
			3.8. Двойные алмазоподобные полупроводниковые соединения.
			Соединения типа AIIIBV. Химические связи и атомная структура алмазоподобных соединений AIIIBV.
			алмазоподооных соединении АПТВ V.  3.10. Свойства соединений АПТВ V (в том числе свойства арсенида
			галлия, антимонида индия, нитрида галлия) и твердых растворов
			на их основе.
			3.11. Химические связи, атомная структура и свойства соединений AIIBVI и твердых растворов на их основе.
			3.12. Химические связи, атомная структура и свойства соединений
			AIVBIV. Полиморфные превращения SiC.
			3.13. Химические связи, атомная структура и свойства соединений

VII: 22.03.01-БMTM-22.plx ctp. 13

- AV2BVI3 и твердых растворов на их основе.
- 3.14. Закономерности образования тройных алмазоподобных фаз. Класс соединения AIIIBV.
- 3.15. Закономерности образования тройных полупроводниковых фаз. Класс соединения AIIBVI.
- 3.16. Закономерности образования диэлектрических соединений. Классы диэлектрических соединений. Диэлектрическая проницаемость.
- 3.17. Виды и механизмы поляризации. Спонтанная поляризация.
- 3.18. Диэлектрические соединения: пьезоэлектрики. Температура Кюри.
- 3.19. Диэлектрические соединения: сегнетоэлектрики. Температура Кюри.
- 3.20. Химические связи, структура и свойства диэлектрических соединений ABO3, обладающих сегнетоэлектрическими свойствами.
- 3.21. Диэлектрические соединения: пироэлектрики. Свойства соединений и твердых растворов на основе этих соединений.
- 3.22. Пассивные диэлектрики. Свойства и структура соединений.
- 3.23. Структура и свойства магнитных диэлектрических соединений (ферритов).

Раздел 4. Структурные дефекты (несовершенства) в полупроводниках, диэлектриках и металлах

- 4.1. Идеальные кристаллы и реальные твердые тела.
- Классификация дефектов. Равновесные и неравновесные дефекты.
- 4.2. Точечные дефекты. Температурная зависимость равновесной концентрации точечных дефектов в твердых телах.
- 4.3. Точечные дефекты в элементарных полупроводниках и в полупроводниковых соединениях. Комплексообразование (кластеризация) точечных дефектов.
- 4.4. Точечные дефекты в элементарных полупроводниках и в полупроводниковых соединениях. Микродефекты. Антиструктурные дефекты.
- 4.5. Взаимодействие точечных дефектов с другими дефектами и примесями в элементарных полупроводниках и в полупроводниковых соединениях.
- 4.6. Дислокации в элементарных полупроводниках и полупроводниковых соединениях (типы дислокаций). Дислокации в веществах со структурой алмаза, сфалерита и вюрцита (причины появления и механизмы образования).
- 4.7. Дислокации в элементарных полупроводниках и полупроводниковых соединениях (типы дислокаций). Тетраэдр Томпсона.
- 4.8. Механизмы перемещения дислокаций. Барьеры Пайерлса— Наббарро.
- 4.9. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами и примесями. Примесные атмосферы на дислокациях.
- 4.10. Взаимодействие дислокаций друг с другом. Критерий Франка. Полигонизация.
- 4.11. Дислокации в элементарных полупроводниках и полупроводниковых соединениях. Дефект упаковки.
- 4.12. Влияние дислокаций на физические свойства полупроводников.
- 4.13. Двумерные дефекты: малоугловые и большеугловые границы.
- 4.14. Двумерные дефекты: плоскости и границы двойникования, дефекты упаковки. Особенности строения реальных бездислокационных монокристаллов, монокристаллов с дислокациями и поликристаллов полупроводников.
- 4.15. Двумерные дефекты: внутрифазные границы (границы зерен случайные и специальные).
- 4.16. Двумерные дефекты: межфазные границы (когерентные и некогерентные).
- 4.17. Влияние двумерных дефектов на физические свойства полупроводников
- 4.18. Объемные (трехмерные) несовершенства. Макронапряжения и микронапряжения.
- 4.19. Объемные (трехмерные) несовершенства. Источники

	появления напряжений в кристалла 4.20. Влияние объемных (трехмерн физические свойства полупроводн	ые) несовершенств на
--	---	----------------------

Маркат   Семестр   ОПК-6-31,01   Ко-32,01				
6-92/20/IIK-6-93/IIK 1-31/IIK-3-23/IIK 1-31/IIK-3-31/IIK-3- У11  3-31/IIK-3-31/IIK-3-  3-31/IIK-3-31/IIK-3-31/IIK-31/I	КМ3	Экзамен 2 семестр	ОПК-6-31;ОПК-6- 32:ОПК-6-V1:ОПК-	Раздел 5. Примеси в полупроводниках.
1-13.1ПК-1-32.ПК-3  У1.ПК-3-3.1ПК-3  У1.ПК-3-3.1ПК-3  У1.ПК-3-3.1ПК-3  Б. Примесные остояний в полупроводинах. Степень детирования.  3.1. Примесные остояний в полупроводинах. Полигропия примеси.  3.4. Непровагентные примеси в эрементариах полупроводинах (на примере поведения примесе в в времини и германии).  3.5. Изможнение справеси в в перемини и германии).  3.6. Непровагентные примесе и в полупроводинах соединениях (на примере времини и германии). Правило Вегары.  3.6. Непровагентные примесе и полупроводинамых соединениях (на примере поведения примесе и полупроводинах и полупроводинах и полупроводинах и полупроводинах.  3.9. Авфеграмае примесе и адменения в полупроводинах и и полупроводинах полупроводинах полупроводинах полупроводинах.  6.1. Поверхностные состояния в полупроводинах.  6.2. Поверхностные состояния у рояни Тамма. Собственные поверхности и поверхностных сътоя в полупроводинах.  6.3. Поверхностные состояния. Урони Пюжи. Примесные поверхностные состояния у повин Пюжи. Примесные поверхностные состояния объект поверхности (межфаних) границах объект границах объект поверхностные состояния объект поверхности (межфаних) границах объект проверхности (межфаних) границах объект поверхности полупроводинковых фа объект проверхности порерхности соединений па АППВУ объект проверхности поверхности порерхности соединений па АППВУ объект проверхности. В собства поверхности порерхности соединений па АППВУ объект проверхности по програменения объект объект объект на поверхности соединений па АППВУ объект проверхности. В програмененный програменный програ				5.1. Классификация примесей в полупроводниках и диэлектриках.
<ul> <li>У.І. Примесные состоящий в полупроводниках. Сепень петирования.</li> <li>3.3. Примесные состоящий примески и дементирных полупроводниках (на примере поведении примески в дементирных полупроводниках (на примере поведении примески в дементирных полупроводниках (на примере кремний и геровании).</li> <li>3.5. Изовалентные примеск в дементирных полупроводниках (на примере кремний и геровании).</li> <li>3.5. Изовалентные примеск в оступроводниках соединениях (на примере поведения примеск) и соединениях АПВУУ.</li> <li>3.7. Изовалентные примеск и полупроводниках соединеннях (на примере поведения примеск) и соединеннях АПВУУ.</li> <li>3.8. Фоловае примеск и их источных АПВУУ.</li> <li>3.8. Фоловае примеск и их источных АПВУУ.</li> <li>3.9. Амфограцые примеск и дементарных полупроводниках и полупроводниках полупроводниках и полупроводниках и полупроводниках и в неизупроводниках и дементарных полупроводниках и в неизупроводниках и в неизупроводниках и в неизупроводниках.</li> <li>6.1. Поверхностные явления в полупроводниках.</li> <li>6.1. Поверхностные за дементарных полупроводниках и в неизупроводенных споск с полупроводниках.</li> <li>6.2. Поверхностные остоящих Уровин Тымых. Собственные поверхностные состоящих у торы и померенные с полупроводниках и развиты ображностные состоящих у торы и померенные с полупроводниках для ображностные состоящих ображностных ображностных ображностных полупроводниках фаг об учетирностные состоящих и померенных для ображностных о</li></ul>				
<ul> <li>3.5. Привоенные осотоящий в полупроводиниях. Полигровны примосте.</li> <li>3.4. Негововлентные примост в элементарных полупроводинах (на приморе поведения и перамини).</li> <li>3.5. Изовалентные примост в элементарных полупроводинах (на приморе времния и германии).</li> <li>3.6. Негововаентные примост в полупроводинамых соединениях (на приморе поведения примост в полупроводинамых соединениях (на приморе поведения примост в полупроводинамых соединениях (на приморе поведения примост в полупроводинамых АПВУ).</li> <li>3.5. Финовае примост в полупроводинамых АПВУ).</li> <li>3.5. Финовае примост и их источнико в лементарных полупроводинамых полупроводинамых полупроводинамых полупроводинамых полупроводинамых.</li> <li>3.5. Амфотерные примост и элементарных полупроводинамых образодинамых полупроводинамых полупроводинамых полупроводинамых и в полупроводинамых.</li> <li>4.6. Поверхностные явления в полупроводинамых.</li> <li>6.1. Поверхностные явления в полупроводинамых.</li> <li>6.2. Поверхностные министами с поверхностные поверхностные состоящих уровии Памма. Собственные поверхностные состоящих уровии Помяти, примосты в помуратородинамых с деламентарных помураториты поверхностные состоящих об 3. Ассорбиновные запешия на поверхности (межфанных грамина).</li> <li>6.3. Образораторитые состоящих уровии Шокли, Примосты об 3. Ассорбиновные выпешия на поверхности полупроводинимых фаз об 3. Финульское сомостью поверхности полупроводинимых фаз об 3. Финульское сомостью поверхности полупроводинимых фаз об 3. Приговерхностим област пространственного зархая размен у предамента поверхности полупроводинимых метемых размен предаментаму по учет об 3. В 4. В 4 до 3. В 4 до 4</li></ul>				
1. В Неговаваентные примеси в элементарных полупроводиниах (на примере поведения примесей в кремини и германии).  3.5. Имоваентные примеси в изементарных полупроводниковых (на примере кремини и германия).  3.6. Ненговаваентные примесей в осединениях АШВУ).  3.7. Имоваентные примесей в осединениях АШВУ).  3.8. Фомовые цизичест и и полупроводниковых соединениях (на примере поведения примесей в осединениях АШВУ).  3.8. Фомовые примесе и из песточным в изементарных полупроводниковых полупроводниках и полупроводниковых соединениях. Вызвите фоновых примесей на физические свойства полупроводниках и в полупроводниковых осединениях. Вызвите фоновых примесей на физические свойства полупроводниках и в полупроводниках и полупроводниковых осединениях.  5.9. Амфотерные примесей в элементарных полупроводниках и в полупроводниковых фазах.  5.1. Новерхностные валения в полупроводниковых фазах.  6.1. Поверхностные валения в полупроводниковых фазах. Строение поверхностные состояния.  6.2. Поверхностные состояния Уровни Помли. Примесные поверхностные состояния  6.3. Поверхностные состояния уровни Помли. Примесные поверхностные состояния  6.4. Реальные поверхностные остояния  6.5. Аусеробриковые замения на померанности (межфакных границах)  6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз б.7. Физические свойства поверхности и полупроводниковых фаз б.7. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз б.7. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз б.7. Физически стоямий правительного полупроводниковых фаз б.7. Физически полупроводниковых фаз б.7. Физически стоямий правительного полупроводниковых сис			У1	легирования.
<ul> <li>5.4. Неизоващентные приместв в элементарных полупроводниках (на примере поведения и первышей).</li> <li>5.5. Изоватентые приместв в элементарных полупроводниках (на примере кремняя и прумеры В полупроводниковах соединениях (на примере кремняя). Правыше В такура.</li> <li>3.6. Неговавлентные приместв и полупроводниковах соединениях (на примере поведения приместв и полупроводниковах соединениях (на примере поведения приместв и полупроводниковах соединениях. (на примере поведения приместв и полупроводниковах соединениях. (на примере поведения приместв и полупроводниковах соединениях. Вызиме фоновах приместв и из к источника в элементарных полупроводниковах обращениях.</li> <li>3.5. Амфотерные приместв и высментарных полупроводниковах фал.</li> <li>4.5. Амфотерные приместв высментарных полупроводниках и в полупроводниках.</li> <li>6.1. Поверхностные явления и полупроводниках.</li> <li>6.2. Поверхностные соетовия.</li> <li>6.3. Поверхностные соетовия.</li> <li>6.4. Поверхностные соетовия.</li> <li>6.5. Адеорбиновате соетовия.</li> <li>6.6. Филические соетовия.</li> <li>6.6. Филические соетовия.</li> <li>6.6. Филические соетовия.</li> <li>6.6. Филические сойства поверхности (межфазных триница).</li> <li>6.6. Филические сойства поверхности полупроводиннох фоз дражности на полупроводинном.</li> <li>6.6. Филические сойства поверхности полупроводинном дойском триницах.</li> <li>6.6. Филические сойства поверхности полупроводинном дража дража дража по д</li></ul>				
(на примере поведения примесей в перемании и германии).  3.5. Инсполагентные примест в полежитариах полупроводниках (на примере кремини и германия). Правило Ветараа.  3.6. Инсполагентные примест в полупроводниковых соединениях (на примере поведения примесей в посупроводниковых соединениях (на примере поведения примесей в соединениях АШВУ).  3.8. Фоновые примесей в осодинениях в элементарных полупроводниковых осединениях (на примере поведения примесей в осодинениях АШВУ).  3.9. Амфотерные примесей в осодинениях в элементарных полупроводниковых образовать примесей в физические сойства полупроводниках и в полупроводниковых осодинениях.  4.2. Замера примест в элементарных полупроводниках и в полупроводниковых осодинениях.  В полупроводниковых осодинениях.  6.1. Поверхностные замения в полупроводниковых физах. Строение поверхности и померхностия и померхностия и померхностия и померхностия и померхностия порупроводниках.  6.2. Поверхностные состояния. Уровни Шокии. Примесные поверхностные состояния  6.3. Поверхностные состояния и померхности (межфазимах границах)  6.4. Реальные поверхностные состояния в образовательные поверхности полупроводниковых фаз б.7. Физические свойства поверхности соединений типа АШВУ 6.9. Инписоратиах образовательного порупроводниковых фаз б.7. Физические свойства поверхности соединений типа АШВУ 6.9. Инписоратиа по баз				
<ul> <li>5.5. Изовазаентные примеси в элементарных полупроводниках (на примере ремения и грамиля). Правилов Ветарла.</li> <li>5.6. Неизовалентые примеси в полупроводниковых соединениях (на примере поведения примесей в соединениях (ПВУ).</li> <li>5.7. Изовазентные примеси в полупроводниковых соединениях (на примере поведения примесей в соединениях (ПВУ).</li> <li>5.8. Фоновые примеси и их источники в элементарных полупроводниковых опупроводниках и полупроводниковых примесей в соединениях.</li> <li>8.9. Анфогерьные примеси и их источники в элементарных полупроводниковых фак.</li> <li>5.9. Анфогерьные примеси в элементарных полупроводниках.</li> <li>6.1. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение посружностные спектом.</li> <li>6.1. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение посружностные соестояния.</li> <li>8.2. Поверхностные соестояния.</li> <li>8.3. Поверхностные соестояния.</li> <li>8.4. Поверхностные соестояния.</li> <li>8.5. Асоорбщютные соестояния.</li> <li>8.6. Физироменные соестояния.</li> <li>8.6. Физироменные соестояния.</li> <li>8.7. Физироменные соестояния и поверхности (мажфазных границах).</li> <li>8.6. Физироменные образовательные поверхности подупроводниковых фаз б. Физироменные соетояния.</li> <li>8.7. Физироменные образовательные поверхности подупроводниковых фаз б. Физироменные поверхности подупроводниковых фаз б. Физироменные образовательные поверхности подупроводниковых фаз б. Физироменные образовательные поверхности подупроводниковых дизироменные пора баз баз баз баз баз баз баз баз баз ба</li></ul>				
<ul> <li>примере времиня и германия). Правило Вегарда.</li> <li>5. В. Неповалентные примест в полутроводниковых соединениях (на примере поведения примест в полутроводниковых соединениях (на примере поведения примест в полутроводномомых соединениях (на примере поведения примест в из систочных в ласментарных полутроводниках и полутроводниках и полутроводниках и полутроводниках и полутроводниках полутроводниках полутроводниках полутроводниках и полутроводниках и в полутроводниках примест в элементарных полутроводниках.</li> <li>5.9. Амфотерные примест в элементарных полутроводниках и в полутроводниках.</li> <li>6.1. Поверхностные явления в полутроводниках.</li> <li>6.2. Поверхностные следен в полутроводниках.</li> <li>Поверхностные соетовния. Уровни Тамма. Собственные поверхностные соетовния.</li> <li>6.3. Поверхностные осстояния.</li> <li>6.4. Реальные поверхностных слосе в полутроводниках поверхностные состояния.</li> <li>6.5. Ассорбщомые авления на поверхности (межфазных транинах).</li> <li>6.6. Физические собстав поверхности полутроводниковых фатол.</li> <li>6.7. Физические собстав поверхности полутроводниковых фатол.</li> <li>6.8. Притоверхностные объета поверхности соединений типа АШВУ б. В. Притоверхностныя объета предътветст соединения типа АПВУ б. В. Притоверхностныя объета предътветст соединения типа АПВУ б. В. Притоверхностным объета предътветст соединения типа д. В. В.</li></ul>				
5.6. Неизовалентные приместв в полутроводниковах соединениях (на примере поведения приместв полутроводниковах соединениях (на примере поведения приместв полутроводниковах периместв полутроводниковах периместв полутроводниковах периместв и из источники в алементарных полутроводниковах периместв и из источники в алементарных полутроводниковах периместв и из источники в алементарных полутроводниковах периместв не физические свойства полутроводниковах фаз.   5.9. Амфогерные примест в лементарных полутроводниковах фаз.   5.9. Амфогерные примест в лементарных полутроводниковах фаз.   6.1. Поверхностные вкления в полутроводниковах физах. Строение поперхностные светом в полутроводниковах (объемента полутроводниковах) (объемента полутроводниковах) (объемента светомники) (объемента) (				
(на примере поведения примесен подгурноводниковых соединениях (на примере поведения примесен подгурноводниковых соединениях (на примере поведения примесей в соединениях АШВУ).  3.8. Фоловые примесей на усточника в элементариных полупроводниковых органические свойствя полупроводниковых органические свойствя полупроводниковых фаз.  3.9. Амфогерные примеся в элементариных полупроводниковых фаз.  5.9. Амфогерные примеся в элементариных полупроводниковых органические полупроводниковых соединениях.  6.1. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение поверхностные мимческие связи 6.2. Поверхностные мимческие связи 6.3. Поверхностные мимческие связи 6.3. Поверхностные состояния. Уровин Пюки. Примесные поверхностные состояния 3. Поверхностные состояния 6.3. Поверхностные состояния 6.3. Поверхностные состояния 7. В померхностные состояния 6.3. Распысатира 6.4. Реальные поверхностные состояния 6.5. Ассорбановные вастения на поверхности (межфазных гранипах) 6.6. Физические свойствя поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойствя поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойствя поверхности осединений типа АШВУ 6.8. Приповерхностнае область простравственного заряда Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диаграми 7. Фазовые превращения 1 род 7. Въементы техностира (техностира на тибе 6.8. Вывод уравнения 7. Т. Т. У. диаграмы однокомпоненных системах с помощью состояний в одно- и многокомпоненных системах с помощью фазовых диаграми 7. В Р. Диапрамим однокомпоненных пестем 7. Т. Т. У. диаграмым однокомпоненных пестем 7. Т. Т. У. диаграмым оснокомпоненных диаграм должения диаграми остояния двойных систем методом грамодинамического потеннывая драмым дековых диаграми в кооралинатах Т.Х. 7. П. Т.				
5.7. Изовалентные примесей в соединениях АПВУ),  5.8. Фоновые примесей и их источныки в элементарных полупроводниках и в полупроводниках и в полупроводниках и в полупроводниках сединениях.  Раздел 6. Поверхностные явления в полупроводниках и в полупроводниковых фаз б д полупроводниковых и в полупроводниковых и в полупроводниковых и в полупроводниковых д полупроводниковых и в полупроводн				
5.8. Фоловые примеси и их источники в эксментарных полупроводниких и полупроводниковых полупроводниковых подупроводниковых объемых фах.  5.9. Амфоторные примеси в эксментарных полупроводниковых фах.  5.9. Амфоторные примеси в эксментарных полупроводниках и в полупроводниковых сосинениях.  Раздел 6. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение поверхности и поверхностных слосе в полупроводникох. Поверхностные остояния. Уровни Тамма. Собственные поверхностные состояния. Уровни Тамма. Собственные поверхностные состояния. Уровни Памма. Собственные поверхностные состояния. В полупроводником.  6. Поверхностные состояния. Уровни Памма. Собственные поверхностные состояния б. А. Реальные поверхностные состояния в полупроводниковых фаз б. 7. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз б. 7. Физические свойства поверхностно заряда раздел 7. Равновеские и неравновесные физических системах 7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Сосдинения 7. Фазовые предъянения 1 Грода 7. Т. Т. Т. Диаграмм даухомоновентных системах с помощью фазовых диаграмм 7. В. Р. Т. диаграммы оснокомпонентных системах с помощью фазовых данаграмм 7. В. Методы построения и дачество диаграм фазовых данаграмм 7. В. Методы построения прастворимости. Регрограциям растворимости. Регрограциям вкораннатах 1-Х. 7. П. Тверадые фазовые предъянения, структура фаз, кривае охлаждения), 7. Особенности строения Т-Х. двухкомпонентных фазовых данарамых 1 получения 1 С. 2 построения 1 С. 2 построения 4 С. 2 построяны в такжения прастворимость. 7. Сосбенности строения Т-Х. двухкомпон				
полупроводниках и полупроводниковых соединениях. Влияние фоновых примессе из физические свойства полупроводниковых фаз.  5.9. Амфотерные примеси в элементврных полупроводниках и в полупроводниковых соединениях.  6.1. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение поверхностные своев в полупроводниковых обращениях. Поверхностные столеных слоев в полупроводниковых поверхностные систоящия. Уровни Памма. Собственные поверхностные состоящия. Уровни Памма. Собственные поверхностные состоящия.  6. Поверхностные состоящия. Уровни Памма. Собственные поверхностные состоящия.  6. Поверхностные состоящия поверхности (межфальтых фазовых фазовых диалемым).  6. Примерхностные состоящия двойных систем.  7. Т. Х. Диаграмми диаграмми состояния двойных систем.  7. Т. Х. Диаграмми диаграмми состояния двойных систем.  7. Построение дварамм состояния двойных систем методом гремодинамического потенцияла.  7. Построение дварамм состояния двойных систем методом гремодинамического потенцияла.  7. Построение дварамм состояния двойных систем методом гремодинамического потенцияла.  7. Построение дварамм состояния двойных систем методом гремодинамического потенцияла.  7. Построение дварами состояния двойных систем методом гремодин				
фаза.  5.9. Амфотерные примеси в элементврных полупроводниках и в полупроводниковых сосаниениях.  Раздел б. Поверхностные явления в полупроводниках.  6.1. Поверхностные ввления в полупроводниковых фазах. Строение поверхностые кимические связи б.2. Поверхностные состояния. Уровни Тамма. Собственные поверхностные состояния. Уровни Тамма. Собственные поверхностные состояния образовать пространетвенного заряда раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, дияжектрических и металлических системах 7.1. Твердые и жилкие растворы. Типы растворов. Сосдинения. 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз 166са. Вывод уравнения 7.3. Фазовые раевращения 1 рода 7.4. Фазовые превращения 1 рода 7.5. Элементы геометрической термодинамия. Описание фазовых состояний в опыс и инположоннентных системах с помощью фазовых диаграмм диаграм в координалия т.Х.  7.1. Построение диаграм состояния двойных систем 9.9. Построение диаграм состояния двойных систем методом гермодинамического потенциала 7.10. Построение диаграм состояния двойных систем методом гермодинамического потенциала 7.10. Построенные дваграм фазовых диаграмм в координата т.Х.  7.11. Тверые растворы. Предел растворимости. Регроградная растворимости. 7.11. Особенности строения 1 растворимости. В двагноримости. 7.12. Особенности строения 3 так этскическом (вятсктояциам) равновесим. Образова превращения, структура фаз, кривые охижидения).				
фал.  5.9. Амфотерные примеси в элементарных полупроводниках и в полупроводниковых соединениях.  6.1. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение поверхностные состояния. Уровни Тамма. Собственные поверхностные состояния. Уровни Тамма. Собственные поверхностные состояния. Уровни Шокли. Примесные поверхностные состояния и поперхностные состояния б. 3. Поверхностные состояния и поперхностные состояния б. 4. Реальные поперхностные состояния б. 5. Адсорбномные явления на поверхности (межфазных границах)  6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фазаба. 7. Физические свойства поверхности соединений типа АШВУ б. 8. Приповерхностностная область пространственного заграда Раздел 7. Равновесные и перавновесные фазовые состояния в полупроводниковых, дизлектрических и металлических системах 7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббеа. Вывод урявнения 7.3. Фазовые превращения II рода 7.4. Фазовые превращения II рода 7.5. Элементы гомегрической термодинамики. Описание фазовых состояний в опрос и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграмм однокомпонентных систем. Основные закономерности построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем методом гермодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом гермодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правило растворымости. Регроградиви в кооралнатах Т-X  7.11. Построение диаграмм состояния двойных систем методом гермодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом гермодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых систем методом кривых охлаждения. Правило выстектическим (отектольным) равновесить.  7.11. Тособенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм. 2.10. Сосбенности строения				
<ul> <li>5.9. Амфогерных прависся в эвементарных полупроводниках и в полупроводниковых состинениях.</li> <li>6.1. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение поверхности и поверхностных сноев в полупроводниковых фазах. Строение поверхностных еминческие связи</li> <li>6.2. Поверхностные состояния. Уровни Тамма. Собетвенные поверхностные состояния.</li> <li>6.3. Поверхностные состояния. Уровни Тамма. Собетвенные поверхностные состояния.</li> <li>6.4. Реальные поверхностные состояния</li> <li>6.5. Ассорбщопиные явления на поверхности (межфазиых границах)</li> <li>6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Онзические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Онзические нойства поверхности осидивений типа АШБУ 6.8. Приповерхностныя область пространственного заряда</li> <li>Раздел 7. Равновесные и перавновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах</li> <li>7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворы. Соединения.</li> <li>7.2. Физовые равновесия. Правило фаз 1нббса. Вывод урявнения</li> <li>7.3. Фазовые превращения I рода</li> <li>7.4. Фазовые превращения I рода</li> <li>7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многожомпонентных система с помощью фазовых диаграмм</li> <li>7.6. Р-Т диаграммы одновомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычата</li> <li>7.8. Методы построения правило систем даграмм фазовых равновесий. Кавссификция диаграмм состояния двойных систем</li> <li>7.1. ТХ. двая рамм двукомпонентных систем. Основные закономерности построения праечегом дваграмм фазовых равновесий. Кавссификция диаграмм состояния двойных систем</li> <li>7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала</li> <li>7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых дваграмм в координата тХ.</li> <li>7.11. Твераме растворы. Предед растворимость.</li> <li>7.12. Особенность строения Т-Х двухкомп</li></ul>				
раздел 6. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение поверхносты и поверхностых слоев в полупроводниковых фазах. Строение поверхностые и поверхностые соктояния. Уровни Тамма. Собственные поверхностные химические связи 6.2. Поверхностные состояния 6.3. Поверхностные состояния 7.3. Поверхносты бастояния 7.4. Поверхносты бастояния 6.3. Поверхносты бастояния 6.4. Решьные поверхностные состояния 6.5. Ацеорбщовные звления в поверхности (межфазных границах) 6.5. Ацеорбщовные звления в поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности соединений типа АПВУ 6.8. Приповерхностная область пространственного заряда Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металдических системах 7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения 7.2. Фазовые превращения 1 рода 7.4. Фазовые превращения 1 рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах сотояний в одно- и многокомпонентных система 7.6. Р-Т диаграмым однокомпонентных систем 7.7. Т-X диаграмы 3.8. Методы построения и расчетов диаграмы разовых равновесий. Кимсеификация диаграмы состояния двойных систем методом термодинамического потепциала 7.8. Методы построение диаграмы состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правило растворымости. Регроградная растворымость. 7.1. Построение диаграмы состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правило растворымости. Регроградная растворымость. 7.1. Построение диаграмы состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правило растворымости. Регроградная растворымость. 7.1. Сосбенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмы равновесием. (Фазовыс превращения, структура фаз, крыве охлаждения, 7.13. Сосбенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмы сохлаждения. 7.13. Сосбенности строения Т-X двухкомпонентным фазовых дивагомического строен				
Раздел 6. Поверхностные явления в полупроводниках.  6.1. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение поверхностные и поверхностных слоев в полупроводниках. Поверхностные состояния в сестояния б.2. Поверхностные состояния б.3. Поверхностные состояния б.3. Поверхностные состояния б.3. Поверхностные состояния б.3. Поверхностные состояния б.4. Реальные поверхностные состояния б.5. Адсорбщонные поверхности межфазных границах) б.6. Физические свойства поверхности (межфазных границах) б.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз б.7. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз б.7. Физические свойства поверхности соединений типа АПВV б.8. Приповерхностная область пространственного заряда Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в нолупроводниковых, дизактирических и металлических системах 7.1. Тверзые и жидкие растворы. Типа растворов. Соединения 7.3. Фазовые превращения I рода 7.5. Элементы гометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно и многокомпонентных системах с помощью фазовых развизарам 7.5. Р.7 дмаграмы долукомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рачачат 7.8. Методы построения и расчетов диаграмы к систем 7.7. Т.Х днаграмы друккомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рачачат 7.8. Методы построение диаграмы состояния двойных систем методом гермодинами Т.Х. Тарарамы состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правило рачача двайных систем методом кривых охлаждения. Правило растворимость. 7.1. Построение диаграмы состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правило растворимость. 7.1. Построение диаграмы состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правило выстем дапарамы в коорачиватах Т.Х. 7.1.1. Твердые растворымость. 7.1.2. Сосбенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых днаграмы сысме. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения. Строения Т-Х двухкомпонентных фазовых днагоримость. 7.12. Сосбенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых днагоримость. 7.13.				
6.1. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение поверхности и поверхностных слосв в полупроводниках. Померхностные симические связи 6.2. Поверхностные состояния 7. Уровни Тамма. Собственные поверхностные состояния 6.3. Поверхностные состояния 6.3. Поверхностные состояния 6.4. Реальные поверхностные состояния 6.5. Амесофционные явления в поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности соединений типа АШВV 6.8. Приповерхностная область пространственного зархда Разда 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах 7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворою. Соединения 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения I рода 7.5. Элементы гометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмми 7.6. Р-Т диаграммым однокомпонентных систем 7.7. Т-X диаграммы двухкомпонентных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правило построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.11. Твердые растворым предел растворимости. Регроградива растворимости. Регроградива растворимости. Регроградива растворимости. Регроградива растворимости. Регроградива растворимости. Сотоенног гроения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмми. с окражнения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм. Сотовенног Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм. Сотовенног Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм. Сотовенног Т-X двухкомпонентных фазовых диаграм охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграм охлаждения).				
6.1. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение поверхности и поверхностных слосв в полупроводниках. Померхностные симические связи 6.2. Поверхностные состояния 7. Уровни Тамма. Собственные поверхностные состояния 6.3. Поверхностные состояния 6.3. Поверхностные состояния 6.4. Реальные поверхностные состояния 6.5. Амесофционные явления в поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности соединений типа АШВV 6.8. Приповерхностная область пространственного зархда Разда 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах 7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворою. Соединения 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения I рода 7.5. Элементы гометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмми 7.6. Р-Т диаграммым однокомпонентных систем 7.7. Т-X диаграммы двухкомпонентных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правило построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.11. Твердые растворым предел растворимости. Регроградива растворимости. Регроградива растворимости. Регроградива растворимости. Регроградива растворимости. Регроградива растворимости. Сотоенног гроения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмми. с окражнения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм. Сотовенног Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм. Сотовенног Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм. Сотовенног Т-X двухкомпонентных фазовых диаграм охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграм охлаждения).				
поверхностные химические связи 6.2. Поверхностные химические связи 6.3. Поверхностные состояния. Уровни Тамма. Собственные поверхностные состояния. Уровни Покли. Примесные поверхностные состояния 6.3. Поверхностные состояния 6.4. Реальные поверхностные состояния 6.5. Адсорбщонные ввления на поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.8. Приноверхностная область пространственного заряда Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах 7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесные растворы. Типы растворов. Соединения. 7.3. Фазовые превращения I рода 7.4. Фазовые превращения II рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах системах и многокомпонентных система. 7.7. Т-X- диаграмм дляукомпонентных систем. 7.7. Т-X- диаграмм дляукомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило разга? 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потечникала. 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.1.1. Твердые растворы. Предел растворимость. 7.1.2. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм на координатах Т-X 7.1.1. Тердые растворы. Предел растворимость. 7.1.2. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмы растворимость. 7.1.2. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмы сохлаждения).				Раздел 6. Поверхностные явления в полупроводниках.
поверхностные химические связи 6.2. Поверхностные химические связи 6.3. Поверхностные состояния. Уровни Тамма. Собственные поверхностные состояния. Уровни Покли. Примесные поверхностные состояния 6.3. Поверхностные состояния 6.4. Реальные поверхностные состояния 6.5. Адсорбщонные ввления на поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.8. Приноверхностная область пространственного заряда Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах 7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесные растворы. Типы растворов. Соединения. 7.3. Фазовые превращения I рода 7.4. Фазовые превращения II рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах системах и многокомпонентных система. 7.7. Т-X- диаграмм дляукомпонентных систем. 7.7. Т-X- диаграмм дляукомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило разга? 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потечникала. 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.1.1. Твердые растворы. Предел растворимость. 7.1.2. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм на координатах Т-X 7.1.1. Тердые растворы. Предел растворимость. 7.1.2. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмы растворимость. 7.1.2. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмы сохлаждения).				6.1. Поверхностные явления в полупроводниковых фазах. Строение
6.2. Поверхностные состояния. Уровни Памма. Собственные поверхностные состояния (3.1 поверхностные состояния (4.4 Реальные поверхностные состояния (4.4 Реальные поверхностные состояния (5.5 Адсорбционные явления на поверхности (межфазных границах) (6.6 Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз (6.7 Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз (6.7 Физические свойства поверхности соединений типа АШВУ (6.8 Приповерхностная область пространственного заряда Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах 7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения 7.2. Фазовые равновесны. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения 1 рода 7.4. Фазовые превращения 1 рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. РТ диаграммы однокомпонентных систем 7.7. Т-X диаграмм двухкомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правила систем Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения дваойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения дваойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения дваойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.11. Таердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения 7-X двухкомпонентных фазовых диаграмм авловсием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпоне				
поверхностные состояния  б.3. Поверхностные состояния  б.4. Реальные поверхностные состояния  б.5. Адсорбционные явления на поверхности (межфазных границах)  б.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз б.7. Физические свойства поверхности соединений типа АППВ б.8. Приповерхностная область пространственного заряда  Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и метаплических системах  7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения  7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения  7.3. Фазовые превращения П рода  7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных система состояний в одно- и многокомпонентных систем  7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем  7.7. Т-Х диаграмм двухкомпонентных систем. Основные закономерности построения и расчетов диаграмм фазовых диаграмм классификация диаграмм состояния двойных систем методом гермодинамического потенциала  7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых одлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х  7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость.  7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм с ногамериатитным затектическим (вятектоялным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения).  7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых двяновых одлаждения.				
6.3. Поверхностные состояния 6.4. Реальные поверхностные состояния 6.5. Адсорбционные явления на поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности соединений типа АШВУ 6.8. Приповерхностная область пространственного заряда  Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах  7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Тиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения І рода 7.4. Фазовые превращения І рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.7. Т-X диаграммы однокомпонентных систем. Основные закономерности построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм с нонварнантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмы. 7.14. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграми. (оноварнантным эвтектическия (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения).				
поверхностные состояния 6.4. Реальные поверхностные состояния 6.5. Адсорбционные явления на поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.8. Приповерхностная область пространственного заряда  Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, дизлектрических и металлических системах  7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения І рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных систем 7.7. Т-Х. диаграмм двухкомпонентных систем 7.7. Т-Х. диаграмм двухкомпонентных систем 7.8. Методы построения. Правило рычага 7.8. Методы построения правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потещцааза 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариаптным эвтектическим (эвтектондным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
6.4. Реальные поверхностные состояния 6.5. Адсорбционные явления на поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности соединений типа АПВV 6.8. Приповерхностная область пространственного заряда  Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах  7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения 1 рода 7.4. Фазовые превращения 1 рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем 7.7. Т-X диаграммы однокомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидыным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых				
6.5. Адсорбционные явления на поверхности (межфазных границах) 6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности соединений типа АШВV 6.8. Приповерхностная область пространственного заряда  Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диллектрических и металлических системах  7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения І рода 7.4. Фазовые превращения І рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рачага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем методом кривых оклаждения. Правило дычага 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Оазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых				
6.6. Физические свойства поверхности полупроводниковых фаз 6.7. Физические свойства поверхности соединений типа АШВУ 6.8. Приповерхностная область пространственного заряда  Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах 7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения I рода 7.5. Элементы гомострической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения прасчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Регроградная растворимость. 7.12. Особенности строения 7-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазов				
6.7. Физические свойства поверхности соединений типа АШВV 6.8. Приповерхностная область пространственного заряда  Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах  7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения I рода 7.4. Фазовые превращения II рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм  7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Сосбенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения).  7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения).				
<ul> <li>6.8. Приповерхностная область пространственного заряда</li> <li>Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах</li> <li>7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения.</li> <li>7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения I рода</li> <li>7.4. Фазовые превращения I рода</li> <li>7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм</li> <li>7.6. Р-Т диаграммым однокомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага</li> <li>7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем</li> <li>7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала</li> <li>7.10. Построение диаграмм состояния фазовых диаграмм в координатах Т-X</li> <li>7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость.</li> <li>7.12. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения).</li> <li>7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых</li> <li>7.14. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых</li> <li>7.15. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых</li> </ul>				
Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах  7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения I рода 7.4. Фазовые превращения II рода 7.5. Элементы теометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем 7.7. Т-X диаграммы однокомпонентных систем Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимость. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых охлаждения).				
полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах  7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения.  7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения  7.3. Фазовые превращения І рода  7.4. Фазовые превращения І рода  7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм  7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем  7.7. Т-Х диаграммы однокомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага  7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем  7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала  7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х  7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость.  7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения).  7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				6.8. Приповерхностная область пространственного заряда
полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах  7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения.  7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения  7.3. Фазовые превращения І рода  7.4. Фазовые превращения І рода  7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм  7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем  7.7. Т-Х диаграммы однокомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага  7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем  7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала  7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х  7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость.  7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения).  7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в
7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения I рода 7.4. Фазовые превращения II рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых длаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным)				1 -
7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения I рода 7.4. Фазовые превращения II рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем 7.7. Т-Х диаграммы правило рычага 7.8. Методы построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
7.3. Фазовые превращения І рода 7.4. Фазовые превращения ІІ рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем 7.7. Т-Х диаграммы однокомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
7.4. Фазовые превращения II рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем 7.7. Т-Х диаграмм двухкомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем 7.7. Т-X диаграммы однокомпонентных систем Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых				
состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем 7.7. Т-Х диаграмм двухкомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем 7.7. Т-Х диаграмм двухкомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
7.7. Т-Х диаграмм двухкомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				фазовых диаграмм
закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий.  Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом  термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом  кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в  координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная  растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых  диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным)  равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые  охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-X 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-X двухкомпонентных фазовых				
координатах Т-X 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом
7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Ретроградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
диаграмм: с нонвариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых				
диаграмм: с нонвариантным перитектическим (перитектоидным)				7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых
				диаграмм: с нонвариантным перитектическим (перитектоидным)

равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения).

- 7.14. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм с полупроводниковыми соединениями. Области гомогенности соединений.
- 7.15. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм с конгруэнтно плавящимся соединением. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения).
- 7.16. Геометрические основы изображения диаграмм состояния трехкомпонентных систем. Правило рычага. Правило тяжести треугольника.
- 7.17. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах с одним моновариантным эвтектическим превращением. (Фазовые превращения, структура фаз, политермические и изотермические разрезы).
- 7.18. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах с одним конгруэнтно-плавящимся двойным соединением. Квазибинарные разрезы.
- 7.19. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах с одним нонвариантным эвтектическим превращением. (Фазовые превращения, структура фаз, политермические и изотермические разрезы).
- 7.20. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах с несколькими промежуточными фазами (двойными соединениями). Триангуляция тройных систем.

# Раздел 8. Диффузия в полупроводниках

- 8.1. Классификация диффузионных процессов в твердых телах. Свободная и вынужденная диффузия
- 8.2. Атомные механизмы диффузии
- 8.3. Механизмы диффузии (вакансионный)
- 8.4. Механизмы диффузии (межузельный)
- 8.5. Законы диффузии (1 и 2 законы Фика)
- 8.6. Решения уравнения второго закона Фика
- 8.7. Коэффициент диффузии (D). Энергия активации диффузии (Q)
- 8.8. Методы определения D и Q (прямые и косвенные)
- 8.9. Диффузия, сопровождаемая фазовыми превращениями (реактивная диффузия)
- 8.10. Влияние начальных и граничных условий на кинетику протекания диффузионных процессов
- 8.11. Явления, сопровождающие диффузию (в том числе дефектообразование). Эффект Киркендалла
- 8.12. Поверхностная и зернограничная диффузия.
- 8.13. Особенности диффузионных процессов в элементарных полупроводниках и полупроводниковых соединениях.
- 8.14. Диффузионное легирование полупроводников.

# 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашнее задание № 1	ОПК-6-31;ОПК-6- У1;ПК-1-31;ОПК-6 -В1	Расчетное задание
P2	Домашнее задание № 2	ОПК-6-31;ОПК-6- 32;ОПК-6-У1;ОПК- 6-У2;ОПК-6- У3;ОПК-6-В1;ПК-1 -31	Расчетное задание
Р3	Домашнее задание № 3	ОПК-6-31;ОПК-6- 32;ОПК-6-У1;ОПК- 6-У2;ОПК-6-В1;ПК -1-31	Расчетное задание

P4	Домашнее задание	ОПК-6-31;ОПК-6-	Расчетное задание
14	№ 4	У1;ОПК-6-У2;ОПК	Тасчетное задание
	712 4	-6-У3;ОПК-6-	
		В1;ПК-1-31;ПК-3-	
		31;ПК-3-В1;ПК-3-	
		У1	
P5	Лабораторная	ОПК-6-31;ОПК-6-	Влияние легирования на термоэлектрические свойства
	работа № 1	32;ОПК-6-У1;ОПК-	полупроводниковых материалов
		6-У2;ОПК-6-	
		У3;ОПК-6-В1;ПК-1	
		-31;ПК-1-32;ПК-1-	
		У1;ПК-1-В1;ПК-1-	
		B2	
P6	Лабораторная	ОПК-6-31;ОПК-6-	Механические свойства полупроводниковых материалов
	работа № 2	32;ОПК-6-У1;ОПК-	
		6-У2;ОПК-6-	
		У3;ОПК-6-В1;ПК-1	
		-32;ПК-1-31;ПК-1-	
		У1;ПК-1-В1;ПК-1-	
		B2	
P7	Лабораторная	ОПК-6-31;ОПК-6-	Влияние состава твердого раствора при изовалентном замещении
	работа № 3	32;ОПК-6-У1;ОПК-	на ширину запрещенной зоны
		6-У2;ОПК-6-	
		У3;ОПК-6-В1;ПК-1	
		-31;ПК-1-32;ПК-1-	
		У1;ПК-1-В1;ПК-1-	
P8	Поборожения	В2	D
Po	Лабораторная работа № 4	32;ОПК-6-У1;ОПК-	Влияние дислокаций на время жизни неосновных носителей заряда
	paoora Nº 4	6-У2;ОПК-6-	
		У3;ОПК-6-В1;ПК-1	
		-31;ПК-1-32;ПК-1-	
		У1;ПК-1-В1;ПК-1-	
		B2	
P9	Лабораторная	ОПК-6-31;ОПК-6-	Влияние характера обработки поверхности на поверхностную
	работа № 5	32;ОПК-6-У1;ОПК-	проводимость
	=	6-У2;ОПК-6-	
		У3;ОПК-6-В1;ПК-1	
		-31;ПК-1-32;ПК-1-	
		У1;ПК-1-В1;ПК-1-	
		В2;ПК-3-31;ПК-3-	
		У1	
P10	Лабораторная	ПК-3-В1;ПК-3-	Определение коэффициента диффузии в полупроводнике по
	работа № 6	У1;ПК-3-31;ПК-1-	глубине залегания p-n-перехода
		В2;ПК-1-В1;ПК-1-	
		У1;ПК-1-32;ПК-1-	
		31;ОПК-6-В1;ОПК-	
		6-У3;ОПК-6-	
		У2;ОПК-6-У1;ОПК	
	5.3 Ougueuu 19.3	-6-32;ОПК-6-31	ми на пид мезамана (описанна билатар, тастар и т.п.)

# 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

В конце каждого семестра предусмотрен экзамен по соответствующим пройденным разделам.

Экзаменационный билет состоит из 2-х теоретических вопросов и двух расчетных заданий. Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки. (см. Приложения)

Рассчетные задания рассматриваются на практических занятиях в течении семестра.

Билеты хранятся на кафедре.

TI: 22.03.01-БМТМ-22.plx ctp. 18

# 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - студент ответил на все вопросы и решил все задания без ошибок, дал исчерпывающие ответы в объеме пройденной программы, способен примененить полученные знания на практике, грамотно и логически излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала.

Оценка «хорошо» - студент дал неполные ответы на все вопросы или в ответах имелись непринципиальные ошибки, при ответе показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но способен исправиться после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

	«не явка» – студент на с			
	6. YYE	БНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИН		ПЕЧЕНИЕ
		6.1. Рекомендуе	емая литература	
		6.1.1. Основн	ая литература	
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Захаров А. М.	Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л1.2	Белов Н. А.	Диаграммы состояния тройных и четверных систем: учеб. пособие для студ. вузов спец Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л1.3	Мейер Дж., Эриксон Л., Дэвис Дж., Гусев В. М.	Ионное легирование полупроводников: (Кремний и германий)	Библиотека МИСиС	М.: Мир, 1973
Л1.4	Шаскольская М. П.	Кристаллография: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1984
Л1.5	Блистанов А. А.	Кристаллы квантовой и нелинейной оптики: учебное пособие для студ. вузов спец 'Микроэлектроника и твердотельная электроника', ' Электроника и микроэлектроника'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л1.6	Горелик С. С., Дашевский М. Я.	Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учебник для студ. вузов по напр. 'Материаловедение и технология новых материалов', 'Материаловедение, технологии материалов и покрытий'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2003
Л1.7	Золоторевский В. С.	Механические свойства металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по группе спец. направления 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1998
Л1.8	Фистуль В. И.	Сильно легированные полупроводники	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1967
Л1.9	Киреев П. С.	Физика полупроводников: Учеб. пособие для втузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1975

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.10	Шалимова К. В.	Физика полупроводников: учебник для вузов по спец. 'Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Энергия, 1976
		6.1.2. Дополните	льная литература	
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Фистуль В. И.	Введение в физику полупроводников: учеб. пособие для вузов по спец. полупровод. и электрон. техники	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1975
Л2.2	Новиков И. И., Розин К. М.	Кристаллография и дефекты кристаллической решетки: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л2.3	Бублик В. Т., Дубровина А. Н.	Методы исследования структуры полупроводников и металлов: учеб. пособие для вузов по спец Технология спец. материалов электрон. техники	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1978
Л2.4	Павлов Л. П.	Методы определения основных параметров полупроводниковых материалов: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Полупроводниковые приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1975
Л2.5	Нашельский А. Я.	Производство полупроводниковых материалов: Учеб. пособие для подготовки рабочих и мастеров на производстве	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1989
Л2.6	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2002
Л2.7	Нашельский А. Я.	Технология спецматериалов электронной техники: Учеб. пособие для техникумов по спец. 2001 'Технология материалов электрон. техники'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1993
Л2.8	Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г.	Физика полупроводников: Учеб. пособие для студ. физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1990
Л2.9	Горбачев В. В., Спицына Л. Г.	Физика полупроводников и металлов: учебник для вузов по спец. 'Технология спец. материалов электрон. техники'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982
Л2.10	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Физическая химия: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
Л2.11	Бокштейн Б. С., Ярославцев А. Б.	Диффузия атомов и ионов в твердых телах	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005
	1	6.1.3. Методиче	ские разработки	1
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год		
Л3.1	Потапов Ю. В., Горелик С. С., Галаев А. А., Галаев А. А.	Ч.1: Влияние температуры и состава на свойства полупроводниковых кристаллов: лаб. практикум для спец. 20.02 и 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994		
Л3.2	Лисовская Т. Д., Потапов Ю. В., Дашевский М. Я., Галаев А. А.	Ч.2: Фазовые равновесия и фазовые превращения: лаб. практикум для спец. 20.02 и 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994		
Л3.3	Галаев А. А., Потапов Ю. В.	Ч.3: Влияние структурных несовершенств на свойства полупроводниковых материалов: лаб. практикум для спец. 20.02 и 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994		
	6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»					
Э1	Научная электронная б	библиотека eLIBRARY	https://elibrary.ru/			
Э2			lms.misis.ru			
Э3	Аналитическая база We	eb of Science	https://apps.webofknowledge.co	om		
Э4	Аналитическая база Scopus		https://www.scopus.com/			
Э5	Научные журналы издательства Elsevier		https://www.sciencedirect.com/			
Э6	Наукометрическая система InCites		https://apps.webofknowledge.com			
Э7	97Ч.1: Влияние температуры и состава на свойства полупроводниковых кристалловhttp://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugirtId=1417					
Э8	Ч.2: Фазовые равновесия и фазовые превращенияhttp://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1419					
Э9	Ч.3: Влияние структур свойства полупроводн		http://elibrary.misis.ru/action.ph kt_path_info=ktcore.SecViewPl tId=2772	p? ugin.actions.document&fDocumen		
			раммного обеспечения			
П.1	Win Pro 10 32-bit/64-b	it				
П.2	Microsoft Office					
П.3	LMS Canvas					
	6.4. Перечен	ь информационных справоч	ных систем и профессионалы	ных баз данных		

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ					
Ауд.	Назначение	Оснащение			
K-406	Учебная аудитория	лабораторные установки для измерения: времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках (с ПК и пакетом лицензионных прикладных программ); удельного электрического сопротивления полупроводников четырехзондовым методом (с ПК и пакетом прикладных программ); механических характеристик кристаллов; термоэлектрических свойств (с ПК и пакетом прикладных программ); удельного электрического сопротивления полупроводников двухзондовым методом (с ПК и пакетом прикладных программ); атомно-силовой и туннельный микроскоп (2 шт.) с ПК и пакетом прикладных программ; лабораторный стенд для определения ширины запрещенной зоны полупроводников и температурного коэффициента сопротивления металлов, лабораторный стенд для измерения эффекта Холла, лабораторный стенд для изучения влияния термодоноров на электропроводность полупроводников; набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийная панель с ПК, комплект учебной мебели			

TI: 22.03.01-БМТМ-22.plx ctd. 21

Любой	корпус	Учебная аудитория для проведения комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся,
Мультимедийная		занятий лекционного типа и/или для мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная
		проведения практических занятий: доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к
		ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный
		кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные
		программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой	корпус	Учебная аудитория для проведения комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся,
Мультимедийная		занятий лекционного типа и/или для мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная
		проведения практических занятий: доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к
		ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный
		кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные
		программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный	зал	комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся,
электронных ресур	рсов	50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС
		университета через личный кабинет на платформе LMS
		Canvas, лицензионные программы MS Office, MS
		Teams, ESET Antivirus.

# 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций и видеофильмов.

Практические занятия. В ходе практических занятий студенты получают коллективные задания для решения прикладных или расчетных задач. В ходе занятия с помощью преподавателя получают оптимальное решение полученного задания.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории оборудованной соответствующими лабораторными стендами. Первоначально студенты получают допуск к выполнению лабораторной работы, который показывает готовность студента к выполнению конкретной лабораторной работы: для этого студент должен иметь лабораторный журнал, знать цели и методику проведения исследований, понимать базовые принципы заложенные в методе исследования. После прохождения краткого инструктажа по ТБ группа студентов (маршрут) выполняет лабораторную работу под контролем лаборанта. Полученные данные студенты обрабатывают и заносят в лабораторный журнал. После этого студенты защищают полученные данные (обосновывают достоверность и подлинность полученных экспериментальных и расчетных данных на основании физических принципов заложенных в использованных методах исследования и возможных физических процессах произошедших в ходе лабораторной работы.

#### Домашние задания.

Расчетные задания для оценки параметров материалов при заданных условиях. (см.Приложения)

#### Реферат.

Задание на написание реферата выдается персонально. Тема реферата относится к разделу 3. Основные представления о строении и свойствах элементарных полупроводников, диэлектриков, двойных и тройных полупроводниковых соединений. (см. Приложения)

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий: - при проведении практических занятий допускается использование проприетарного ПО, входящего в состав

исследовательского оборудования.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе.

По курсу предусмотрен экзамен.

Материалы курса (презентации лекций, рекомендуемая литература, видеоматериалы и др.) приводятся в системе LMS Canvas по мере освоения дисциплины.

Дополнительно рекомендуемая литература.

- Пасынков В.В., Сорокин Н.М. Материалы электронной техники. М.: Высшая школа, 2001, 365 с.
- Рез И.С., Поплавко Ю.М. Диэлектрики.- М: Радио и связь, 1989, 287 с.
- Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. М.: Металлургия, 1982, 242 с
- Золотухин И.В., Калинин Ю.В., Сточной О.В. Новые направления физического материаловедения. Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 2000, 360 с.
- Лисовская Т.Д. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: лабораторный практикум, часть IV (под редакцией С.С. Горелика) М.: МИСиС, 1986, 70 с.
- Пека Г.П.: Физика поверхности полупроводников. Киев: Киевского Университета, 1967, 193 с.
- Пархоменко Ю.Н. Спектроскопические методы исследования, лабораторный практикум, часть І. М.: Издательство « Руда и металлы», 1999, 72 с.

- Шаскольская М.П. Кристаллография. М.: Высшая школа, 1984, 391 с.
- Петров Д.А. Двойные и тройные системы. М.: Металлургия, 1986, 256 с.
- Ковтуненко Н.В. Физическая химия твёрдого тела. Кристаллы с дефектами. М.: Высшая школа, 1993, 352 с.
- Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1990, 685 с.
- Мильвидский М.Г., Освенский В.Б. Структурные дефекты в монокристаллах полупроводников. –М.: Металлургия, 1984, 284 с.
- Вавилов В.С., Киселёв В.Ф. Мукашев Б.Н. Дефекты в кремнии и на его поверхности. М.: Наука, 1990, 212 с.
- Случинская И.А. Основы материаловедения и технологии полупроводников. М.: МИФИ,  $2002,\,378$  с.
- Бокштейн Б.С., Ярославцев А.Б. Диффузия атомов и ионов в твёрдых телах. М.: МИСиС, 2005, 382 с.
- Фистуль В.И. Атомы легирующих примесей в полупроводниках. М.: Физматлит, 2004, 431 с.