

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра физической и
неорганической химии
(ФиНХ_ХМФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра физической и
неорганической химии
(ФиНХ_ХМФ)**

наименование кафедры

Л.Т. Денисова

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ
ТЕХНИКИ**

Дисциплина ФТД.02 Физическая химия материалов электронной
техники

Направление подготовки /
специальность _____

Направленность
(профиль) _____

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

04.03.01 Химия профиль подготовки 04.03.01.32 Физическая химия

Программу
составили

д.х.н., профессор, В.М. Денисов

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Основная цель изучения дисциплины - формирование фундаментальных знаний в области физико-химических процессов разработки материалов электронной техники и их применение для решения практических задач в области технологии их получения.

1.2 Задачи изучения дисциплины

- освоение основных принципов контроля структуры и свойств полупроводниковых материалов;
- формирование представлений о методах выращивания монокристаллов полупроводниковых материалов;
- изучение основ получения чистых металлов и полупроводниковых материалов

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

УК-1:Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
Уровень 1	знать методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа
Уровень 1	Уметь применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.
Уровень 1	Владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач.
ПК-2:Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	
Уровень 1	Знать: основные базы данных химического профиля
Уровень 1	Уметь: корректно составлять поисковый запрос информации химического содержания
Уровень 2	Уметь: сопоставлять информацию о методах анализа объектов различной природы из разных источников, оценивать ее достоверность, границы применимости методов и возможные источники ошибок
Уровень 3	Уметь: критически проанализировать литературные данные, оценить их достоверность
Уровень 1	Владеть: навыками работы с профессиональными базами данных

	химического профиля
Уровень 2	Владеть: навыками в составлении краткого или развернутого обзора по заданной теме

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина "Физическая химия материалов электронной техники" является дисциплиной по выбору. Для освоения материала данной дисциплины студентам необходимо знать основное содержание следующих дисциплин:

Химическая кинетика

Химическая термодинамика

Общая и неорганическая химия

Современные физико-химические методы анализа

Фазовые равновесия и геометрическая термодинамика

Физические методы исследования

Физика

Преддипломная практика

Химическая технология

Экспериментальные методы химической термодинамики

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		7
Общая трудоемкость дисциплины	2 (72)	2 (72)
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	1 (36)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1 (36)	1 (36)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Металлы и полупроводники	12	14	0	20	ПК-2 УК-1
2	Получение материалов электронной техники	6	4	0	16	
Всего		18	18	0	36	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Основные этапы развития электроники. Роль материалов в развитии элементной базы электронной техники. Повышение эффективности и надежности работы электронной аппаратуры, основные направления её миниатюризации. Структурные свойства материалов электронной техники.	2	0	0

2	1	<p>Металлы и сплавы. Взаимодействие металлов и сплавов с окружающей средой. Методы защиты. Использование металлов и сплавов в конструкционной технике. Классификация металлов по периодической таблице. Химическая связь в металлах. Основные типы кристаллических решеток. Физические и химические свойства металлов.</p>	3	0	0
3	1	<p>Элементарные и сложные полупроводники. Классификация полупроводников по периодической таблице. Элементарные и сложные полупроводники, химическая связь. Правила Юм-Розери и Музера-Пирсона.</p>	3	0	0
4	1	<p>Физические и химические свойства германия и кремния. Физические свойства германия и кремния. Взаимодействие их с элементарными и сложными окислителями. Способы обработки полупроводников. Химическое травление. Селективное и полирующее травление германия и кремния</p>	2	0	0

5	1	Особенности построения диаграмм состояния полупроводниковых систем, их анализ. Диаграммы, имеющие важное значение в микроэлектронике.	2	0	0
6	2	Методы выращивания монокристаллов. Вытягивание из расплава. Совершенные монокристаллы больших диаметров. Зонная плавка. Выращивание из паровой фазы. Выращивание из расплавов или растворов. Эпитаксиальное наращивание. Выращивание эпитаксиальных слоев осаждением в вакууме. Химическое осаждение из паровой фазы. Жидкостная эпитаксия.	2	0	0
7	2	Технология элементарных полупроводников. Химические методы получения германия и кремния. Поведение примесей. Получение кристаллов германия и кремния высокой чистоты, получение п/п кристаллов с заданными свойствами.	2	0	0

8	2	Получение неразлагающихся полупроводниковых соединений. Антимониды индия и галлия. Полупроводниковые термоэлектрические материалы. Твердые растворы неразлагающихся полупроводниковых соединений.	2	0	0
Всего			18	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисципли ны	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Поверхностные явления. Адсорбция на металлах и полупроводниках. Хемосорбция и физадсорбция. Катодная и анодная поляризации. Влияние поверхностного заряда на уровни Ферми. Выдача темы реферата.	2	0	0
2	1	Физико-химический анализ. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Диаграммы состояния однокомпонентных систем с метастабильными состояниями и полиморфными превращениями.	2	0	0
3	1	Термографический анализ. Построение кривых охлаждения простейших диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Расчеты количеств и составов фаз. Выдача индивидуальных заданий для контрольной работы.	2	0	0

4	1	Разбор и защита индивидуальных заданий.	8	0	0
5	2	Защита рефератов в виде доклада.	4	0	0
Всего			12	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Герасименко Н. Н., Пархоменко Ю. Н.	Кремний - материал наноэлектроники: учеб. пособие для студентов вузов	Москва: Техносфера, 2007
Л1.2	Таиров Ю.М., Цветков В.Ф.	Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: Учеб. для вузов	Б. м.: Лань, 2002
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Денисов В. М., Истомин С. А., Подкопаев О. И., Серебрякова Л. И., Антонова Л. Т., Пастухов Э. А., Белецкий В. В.	Кремний и его сплавы: монография	Екатеринбург: УрО РАН, 2005
Л2.2	Денисов В. М., Истомин С. А., Подкопаев О. И., Белоусова Н. В., Пастухов Э. А.	Германий, его соединения и сплавы	Екатеринбург: УрО РАН, 2002

Л2.3	Таиров Ю. М., Цветков В. Ф.	Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: учеб. для вузов	Москва: Высшая школа, 1990
Л2.4	Юзова В.А., Шелованова Г.Н., Комогорцев С.В., Патрушева Т.Н., Левицкий А.А., Зеер Г.М.	Материалы и элементы электронной техники: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
Л2.5	Юзова В. А.	Материалы и элементы электронной техники: учеб.-метод. пособие по самостоят. работе	Красноярск: СФУ, 2012
Л2.6	Подкопаев О. И., Шиманский А. Ф.	Выращивание монокристаллов германия с низким содержанием дислокаций и примесей: монография	Красноярск: СФУ, 2013
Л2.7	Угай Я. А.	Введение в химию полупроводников: учебное пособие для химических специальностей университетов	Москва: Высшая школа, 1975
Л2.8	Анохин В. З., Гончаров Е. Г., Кострюкова Е. П., Пшестанчик В. Р., Маршакова Т. А., Угай Я. А.	Практикум по химии и технологии полупроводников: учебное пособие для химических специальностей вузов	Москва: Высшая школа, 1978
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Денисова Л. Т., Денисов В. М.	Высокотемпературная физическая химия. Методы выращивания кристаллов: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 020100.68 Химия, 020101.65 Химия, 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия]	Красноярск: СФУ, 2012
Л3.2	Денисова Л. Т., Денисов В. М.	Избранные главы физической химии. Фазовые равновесия: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 020100.62 «Химия», 020101.65 «Химия», 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия»]	Красноярск: СФУ, 2012

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Марков, В. Ф. Материалы современной электроники : [учеб. пособие] / В. Ф. Марков, Х. Н. Мухамедзянов, Л. Н. Маскаева ; [под общ. ред. В. Ф. Маркова] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та,	Режим доступа: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28841/1/978-5-7996-1186-6_2014.pdf
----	---	---

	2014. – 272 с.	
Э2	В.А. Юзова, Г.Н. Шелованова, С.В. Комогорцев, Т.Н. Патрушева, А.А. Левицкий, Г.М. Зеер Материалы и элементы электронной техники	Режим доступа: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/25/u_lectures.pdf

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Учебные занятия по "Физической химии материалов электронной техники" проводятся в виде лекций, практических и самостоятельной работ.

Лекции носят установочно-фундаментальный характер, направленный на изучение обучающимися соответствующей темы и содержат основные положения вопросов, составляющих сущность темы, содержат рекомендации по более глубокому самостоятельному изучению темы с помощью литературных источников.

Практические занятия направлены на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины.

Самостоятельная работа обучающихся предусматривает:

1. Текущую проработку теоретического материала и материала для самостоятельной аудиторной работы
2. Подготовку по лекциям и методическим материалам к практическим занятиям
3. Подготовку к рубежным контролям
4. Выполнение индивидуальных домашних заданий (задачи, реферат)

Проработка лекционного материала контролируется предварительным опросом материала и выполнением самостоятельных работ по дисциплине. Подготовка к практическим занятиям контролируется опросом.

Эффективной формой самостоятельной работы является выполнение заданий с элементами научных исследований и подготовка индивидуального реферативного доклада.

На самостоятельное изучение дополнительного теоретического материала выносятся следующие темы:

Общие свойства и особенности материалов электронной техники.

Химическая связь. Виды химической связи.

Особенности строения твердых тел, влияние агрегатного состояния на электрические свойства материалов.

Роль поверхностных явлений.

Классификация металлов по периодической таблице. Химическая связь в металлах.

Термодинамические условия фазовых равновесий и переходов.
Правило фаз Гиббса.

Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Основные этапы и требования к методам получения монокристаллов. Преимущества и недостатки каждого из метода.

Получение профилированных материалов. Профилированные полупроводниковые материалы. Методы профилирования.

Поликристаллические и аморфные полупроводники.

Получение германия и кремния высокой чистоты.

Технологии получения полупроводниковых соединений.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Сопровождение учебного процесса требует применения программного обеспечения, позволяющего создавать, редактировать, представлять текстовый и иллюстративный материал: MSOffice (MSWord, MSEXcel, MSPowerPoint).
-------	---

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. Полнотекстовая коллекция «Российские академические журналы on-line» (издательство «Наука») включает 139 журналов. - Режим доступа: http://elibrary.ru/ .
9.2.2	Royal Society of Chemistry - журналы открытого доступа. - Режим доступа: http://pubs.rsc.org .
9.2.3	Elsevier - доступ к Freedom Collection издательства Elsevier. - Режим доступа: http://www.sciencedirect.com
9.2.4	Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. -Режим доступа: http://www.xumuk.ru/encyklopedia

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Технические средства обучения для проведения лекционных и практических занятий (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).