

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.02.ДВ.03.02 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ  
Физическая химия материалов электронной техники  
наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

04.05.01.31 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

д.х.н., профессор, В.М. Денисов

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2: Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и / или смежных наук</b>	
ПК-2.1: Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных	Знать специализированные научно-информационные базы данных Уметь проводить поиск научно-информационной литературы с использованием патентно-информационных баз данных Владеть: навыками использования основных патентно-информационных баз данных
ПК-2.2: Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)	Знать: основные положения патентного законодательства и авторского права РФ, нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности Уметь анализировать и обобщать результаты патентного поиска по выбранной тематике Владеть: навыками составления научно-технических отчетов (обзоров, публикаций) по результатам выполненных исследований на основе анализа и систематизации научно-технической и патентной информации по теме исследования, а также отзывов и заключений на проекты, в том числе стандартов

### 1.4 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)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,89 (32)</b>	
занятия лекционного типа	0,44 (16)	
практические занятия	0,44 (16)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,11 (40)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Металлы и полупроводники</b>									
	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.	1							
	2. 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.	1							

3. Поверхностные явления. Адсорбция на металлах и полупроводниках. Хемосорбция и физадсорбция. Катодная и анодная поляризации. Влияние поверхностного заряда на уровни Ферми. Выдача темы реферата.			1					
4. 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.	2							
5. Классификация металлов по периодической таблице. Химическая связь в металлах. Работа над рефератом.							2	
6. Физико-химический анализ. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Диаграммы состояния однокомпонентных систем с метастабильными состояниями и полиморфными превращениями.			2					
7. Элементарные и сложные полупроводники. Классификация полупроводников по периодической таблице. Элементарные и сложные полупроводники, химическая связь. Правила Юм-Розери и Музера-Пирсона.	2							
8. Термодинамические условия фазовых равновесий и переходов. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.							2	

9. Термографический анализ. Построение кривых охлаждения простейших диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Расчеты количеств и составов фаз. Выдача индивидуальных заданий для контрольной работы.			2					
10. 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	2							
11. Подготовка индивидуального задания							4	
12. Разбор и защита индивидуальных заданий.			8					
13. Особенности построения диаграмм состояния полупроводниковых систем, их анализ. Диаграммы, имеющие важное значение в микроэлектронике.	2							
<b>2. Получение материалов электронной техники</b>								
1. 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							

2. 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.							4	
3. 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							
4. Получение германия и кремния высокой чистоты. Подготовка реферата.							12	
5. Получение неразлагающихся полупроводниковых соединений. Антимониды индия и галлия. Полупроводниковые термоэлектрические материалы. Твердые растворы неразлагающихся полупроводниковых соединений.	2							
6. Защита рефератов в виде доклада.			3					
7. Технологии получения полупроводниковых соединений. Подготовка к итоговой контрольной							16	
Всего	16		16				40	



## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Герасименко Н. Н., Пархоменко Ю. Н. Кремний - материал нанoeлектроники: учеб. пособие для студентов вузов(Москва: Техносфера).
2. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: Учеб. для вузов(Б. м.: Лань).
3. Денисов В. М., Истомина 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).
4. Денисов В. М., Истомина С. А., Подкопаев О. И., Белоусова Н. В., Пастухов Э. А. Германий, его соединения и сплавы(Екатеринбург: УрО РАН).
5. Таиров Ю. М., Цветков В. Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: учеб. для вузов(Москва: Высшая школа).
6. 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).
7. Юзова В. А. Материалы и элементы электронной техники: учеб.-метод. пособие по самостоят. работе(Красноярск: СФУ).
8. Подкопаев О. И., Шиманский А. Ф. Выращивание монокристаллов германия с низким содержанием дислокаций и примесей: монография (Красноярск: СФУ).
9. Угай Я. А. Введение в химию полупроводников: учебное пособие для химических специальностей университетов(Москва: Высшая школа).
10. Анохин В. З., Гончаров Е. Г., Кострюкова Е. П., Пшестанчик В. Р., Маршак Т. А., Угай Я. А. Практикум по химии и технологии полупроводников: учебное пособие для химических специальностей вузов(Москва: Высшая школа).
11. 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).
12. 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).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

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

#### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

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

#### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### **6 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).