

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

Б1.В.14 Физико-химические основы технологии  
электронных устройств

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность (профиль)

11.03.04.31 Микросистемная техника

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Старший преподаватель, Томилина Н.П.

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

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

формирование у студентов теоретического фундамента по технологии изделий микроэлектроники и технологии производства электронных средств, развитие современного физико-химического мышления, помогающего им овладевать последующими технологическими дисциплинами, а также квалифицированно решать разнообразные технические, технологические и исследовательские задачи, возникающие при конструировании, производстве и эксплуатации электронных устройств, включая обеспечение надежности;

формирование представлений об общих физико-химических закономерностях, отражающих взаимосвязь между составом, структурой, свойствами и условиями получения полупроводниковых материалов и структур;

изучение физико-химического анализа как метода научного исследования и обеспечения качества и эффективности производства электронных средств.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

К задачам изучения дисциплины относятся:

изучение физических, химических и физико-химических законов и явлений, на которых основаны технологические процессы, используемые при производстве и эксплуатации электронных средств, в том числе элементной базы и несущих конструкций;

приобретение навыков комплексного рассмотрения технологических процессов;

формирование представлений о перспективах развития технологических процессов и о новых физико-химических явлениях, которые могут быть использованы для создания новых технологических процессов;

формирование представления о принципах, методах и оборудовании для управления и контроля технологических процессов и свойствах материалов, технологических и конструкционных структур элементов электронных средств.

### 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-1: Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</b>	
ПК-1.1: Применяет дисциплины естественнонаучного и математического цикла в рамках основной	принципы работы оборудования электроники и нанoeлектроники стандартные программные средства моделирования необходимый для моделирования математический аппарат

<p>профессиональной образовательной программы</p>	<p>использовать стандартные программные средства          применять необходимый для моделирования математический аппарат          создавать простейшие математические модели стандартными программными средствами моделирования          созданием простейших физико-математических моделей математическими средствами</p>
<p>ПК-1.2: Работает в информационно-коммуникационном пространстве, производит расчеты с использованием программных средств общего и специального назначения</p>	<p>правила работы в информационно-коммуникационном пространстве          основные принципы программирования          методики расчетов с использованием программных средств          работать в информационно-коммуникационном пространстве          использовать основные принципы программирования          производить расчеты с использованием программных средств          правилами работы в информационно-коммуникационном пространстве          основными принципами программирования          методиками расчетов с использованием программных средств</p>
<p>ПК-1.3: Проводит анализ результатов моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем</p>	<p>принципы тестирования электронных средств и электронных систем          предполагаемые результаты моделирования          принципы работы оборудования для тестирования          тестировать электронные средства и электронные системы          анализировать результаты моделирования          делать выводы из полученных результатов методами анализа разработанных моделей устройств          средствами тестирования электронных устройств          средствами обработки полученных результатов</p>

#### **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>2 (72)</b>	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1 (36)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.							
				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.</b>											
	1. Элементы кристаллографии и кристаллохимии	4									
	2. Основные энергетические характеристики химической термодинамики	3									
	3. Термодинамические процессы. Энтропия	3									
	4. Термодинамические потенциалы	2									
	5. Химические равновесия	2									
	6. Элементы термодинамики растворов и смесей	2									
	7. Фазовые равновесия	4									
	8. Кинетическое описание и анализ технологических процессов и химических реакций	2									
	9. Термодинамика поверхностных слоев и межфазных границ	4									
	10. Адсорбционные явления на поверхности твердых тел	2									

11. Термодинамика процессов формирования новой фазы	4							
12. Основные стадии и механизмы формирования слоев новой фазы	4							
13. Метод кристаллографического индирования. Основные типы кристаллических структур. Дефекты структуры реальных кристаллов			6					
14. Термодинамические системы, функции состояния, процессы. Энергетические характеристики термодинамических систем			4					
15. Термодинамическое определение возможности протекания процесса и условий равновесия в системе			4					
16. Химические равновесия. Расчет константы равновесия химической реакции. Расчет изотермы химической реакции			4					
17. Построение изотерм концентрационной зависимости свободной энергии Гиббса для различных видов диаграмм состояния. Расчет линий ликвидуса и солидуса для систем с неограниченной растворимостью компонентов в жидкой и твердой фазах			6					
18. Расчет скорости химической реакции. Температурная зависимость скорости химической реакции. Определение порядка реакции			4					
19. Атомная структура поверхности. Межфазная энергия. Физико-химические явления на границе раздела фаз и их роль в технологических процессах микроэлектроники			2					

20. Физическая адсорбция. Химическая адсорбция. Термодинамика и кинетика адсорбционных процессов. Поверхностно-активные и инактивные вещества Построение изотерм адсорбции			4					
21. Основные стадии процесса формирования слоев новой фазы. Классификация механизмов роста и различных моделей зародышеобразования			2					
22.							36	
23.								
Всего	36		36				36	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Томилин В. И., Толстихин А. К., Борисенко И. Г. Физико-химические основы технологических процессов: учебное пособие(Красноярск: СФУ).
2. Барыбин А. А., Бахтина В.А., Томилин В. И., Томилина Н. П. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие (Красноярск: СФУ).
3. Томилин В. И., Томилина Н. П., Бахтина В.А Физическое материаловедение: Ч. 1. Пассивные диэлектрики: учеб. пособие для студентов вузов спец. "Проектирование и технология радиоэлектронных средств"(Красноярск: СФУ).
4. Томилин В. И., Томилина Н. П., Бахтина В. А. Физическое материаловедение: Ч. 1. Пассивные диэлектрики: учебное пособие (Красноярск: СФУ).
5. Барыбин А. А., Томилин В. И., Томилина Н. П. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие для вузов по специальностям "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" и "Проектирование и технология электронно-вычислительных средств" направления 210200 "Проектирование и технология электронных средств", 03.06.2010 г.(Красноярск: Сибирский федеральный университет [СФУ]).
6. Белоусова Н. В., Иртюго Л. А. Химическая термодинамика: учеб.-метод. пособие для лаб. работ студентов направлений 020100.62 – химия; 020101.65 – химия; 020201.65 – фундаментальная и прикладная химия (Красноярск: Сиб. федер. ун-т).
7. Томилин В. И., Трегубов С. И. Физико-химические процессы в технологии РЭС: метод. указ. по курсовому проектированию для студентов направления Т.07(Красноярск: ИПЦ КГТУ).
8. Кудряшева Н. С., Немцева Е. В., Кратасюк В.А., Есимбекова Е. Н., Бондарева Л. Г., Гавричков В.А., Выдрякова Г. А., Свидерская И. В. Физическая химия: методические указания к семинарским занятиям (Красноярск: ИПК СФУ).
9. Томилин В. И., Томилина Н. П., Барашков В. Ф., Токмин А. М. Физико-химические основы технологии электронных средств: учеб. пособие по курсовому проектированию(Красноярск).
10. Томилин В. И., Томилина Н. П., Барашков В. Ф., Чернов В. К., Токмин А. М., Яшенкин Д. П. Физико-химические основы технологии электронных средств: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины (Красноярск).
11. Томилина Н. П., Томилин В. И., Бахтина В.А. Актуальные вопросы технологии электронных средств: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. 21100. 68 «Конструирование и технология электронных средств»] (Красноярск: СФУ).
12. Шиманский А. Ф., Подкопаев О. И., Молотковская Н. О. Физика

- твердого тела: учеб.-метод. пособие [для курс., практич. и самостоят. работы студентов напр. 150100.68 «Материаловедение и технологии материалов»](Красноярск: СФУ).
13. Васильева М. Н., Симонова Н. С. Физическая химия: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы [для студентов спец. 150701.65 «Физикохимия процессов и материалов», 150108.65 «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия», напр. 150400 «Металлургия» и 150100 «Материаловедение и технологии материалов»](Красноярск: СФУ).
  14. Власов О. А., Васильева А. Ф. Физическое материаловедение полупроводников: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы [для студентов спец. 150108.65 «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия» и напр. 150400 «Металлургия»](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. Программное обеспечение по имитационному моделированию работы устройства охлаждения радиоэлектронной аппаратуры с использованием плавящихся веществ (Stefan Model). Правообладатель – Сибирский федеральный университет. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005610967 от 21.04.2005.
2. Программное обеспечение водородного восстановления кремния из галогенидов. Правообладатель – Сибирский федеральный университет. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007611599 от 14.07.2007.
3. Программное обеспечение теоретического моделирования реакции разложения изопропилата алюминия. Правообладатель – Сибирский федеральный университет. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007610948 от 19.03.2007.
4. Универсальная система компьютерного тестирования UniTEST. Правообладатель – КГТУ. Роспатент. №2004611579 от 28.06.2004.
5. Автоматизированная система компьютерной проверки знаний тестированием CONTROL Studio. Правообладатель – КГТУ. Роспатент. № 2006611272 от 14.03.2006.

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

1. Библиотека стандартов. Режим доступа: <http://gost/libt.ru/>
2. Поисково-информационная система Яндекс. Режим доступа: <http://www.yandex.ru/>

## **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)**

Беспроводной Интернет на территории университета, предоставляющий доступ к электронным словарям и справочникам из учебной аудитории.

Специализированные компьютерные лаборатории.

Библиотечные ресурсы университета.