



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МИРЭА – Российский технологический университет»

**Общий факультет (Фрязино)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала РТУ МИРЭА в г.  
Фрязино

\_\_\_\_\_ Макарова Л.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
Физико-химия технологии наноструктурированных материалов**

Читающее подразделение	<b>кафедра общенаучных дисциплин</b>
Направление	<b>11.03.04 Электроника и нанoeлектроника</b>
Направленность	<b>Проектирование и технология электронных приборов и устройств</b>
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>5 з.е.</b>

**Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам**

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
6	5	180	32	0	32	62	4,35	49,65	Экзамен, Курсовая работа

Программу составил(и):

*канд. хим. наук, доцент, Карасев Н.С.* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Физико-химия технологии наноструктурированных материалов**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

направленность: «Проектирование и технология электронных приборов и устройств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Щучкин Григорий Григорьевич \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры  
**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись

Расшифровка подписи

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись

Расшифровка подписи

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись

Расшифровка подписи

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись

Расшифровка подписи

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Физико-химия технологии наноструктурированных материалов» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология электронных приборов и устройств».

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность:	Проектирование и технология электронных приборов и устройств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Общая трудоемкость:	5 з.е. (180 акад. час.).

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

**УК-1** - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

**ПК-2** - Способен проводить измерения параметров и испытания материалов, устройств и систем микро- и наноэлектроники

**ПК-1** - Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и наноэлектроники

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

**ПК-2** : Способен проводить измерения параметров и испытания материалов, устройств и систем микро- и наноэлектроники

**ПК-2.1** : Проводит аттестацию чистых производственных помещений и инженерных систем, модернизирует существующие и внедряет новые методы и процессы для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

#### **Знать:**

- Углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур
- Назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Воздействие используемого оборудования на наноматериалы и наноструктуры
- Технологические инструкции (карты), техническая и нормативная документация по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур

#### **Уметь:**

- Оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы измерения параметров наноматериалов и наноструктур

#### **Владеть:**

- Анализ современного состояния методов и оборудования измерений параметров

наноматериалов и наноструктур

- Оценка рисков внедрения новых методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Составление планов модернизации и развития подразделений по повышению качества и производительности методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Разработка технического задания на модернизацию оборудования и обеспечение новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Внедрение и контроль качества новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Разработка новых технологических инструкций (карт) по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Анализ современного состояния методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Внедрение и контроль качества новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

**ПК-1 : Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и нанoeлектроники**

**ПК-1.2 : Моделирует электронные устройства**

**Знать:**

- Основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области микросистемной техники
- Технологические процессы монтажа элементов на кристалл и применяемые для этого материалы
- Физико-химические основы процессов, протекающих на границах раздела фаз в различных нано- и микросистемах
- Физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике

**Владеть:**

- Выбор методов преобразования физических величин

**УК-1 : Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

**УК-1.1 : Осваивает методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, метод системного анализа.**

**Знать:**

- методы поиска и сбора российской и зарубежной информации о материаловедении

**Уметь:**

- обрабатывать полученную информацию о материаловедении

**Владеть:**

- методом системного анализа в сфере профессиональной деятельности

**УК-1.2 : Применяет методики поиска, сбора и обработки информации, осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применяет системный подход для решения поставленных задач**

**Знать:**

- актуальные российские и зарубежные источники информации

**Уметь:**

- осуществлять критический анализ информации, полученной из разных источников

**Владеть:**

- системным подходом для решения поставленных задач

## **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН**

### **Знать:**

- Углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур
- Физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике
- Физико-химические основы процессов, протекающих на границах раздела фаз в различных нано- и микросистемах
- Назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Технологические инструкции (карты), техническая и нормативная документация по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Воздействие используемого оборудования на наноматериалы и наноструктуры
- Технологические процессы монтажа элементов на кристалл и применяемые для этого материалы
- актуальные российские и зарубежные источники информации
- методы поиска и сбора российской и зарубежной информации о материаловедении
- Основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области микросистемной техники

### **Уметь:**

- обрабатывать полученную информацию о материаловедении
- Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- осуществлять критический анализ информации, полученной из разных источников

### **Владеть:**

- Внедрение и контроль качества новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Разработка технического задания на модернизацию оборудования и обеспечение новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Разработка новых технологических инструкций (карт) по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Внедрение и контроль качества новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Анализ современного состояния методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Составление планов модернизации и развития подразделений по повышению качества и производительности методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Выбор методов преобразования физических величин
- методом системного анализа в сфере профессиональной деятельности
- системным подходом для решения поставленных задач
- Оценка рисков внедрения новых методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Анализ современного состояния методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
<b>1. Курс по дисциплине Физико-химия технологии материалов радиоэлектроники</b>				
1.1	<b>Материалы, используемые в технологии электронных устройств (Лек).</b> Контролируемые и неконтролируемые примеси. Классификация материалов по поведению в электрическом поле. Влияние температуры на свойства полупроводниковых материалов.	6	2	ПК-2.1
1.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Физические свойства материалов и процессов электронной техники. Классификация материалов интегральных микросхем. Особенности формирования структуры полупроводниковых микросхем.	6	2	ПК-2.1
1.3	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Физические свойства материалов и процессов электронной техники. Классификация материалов интегральных микросхем. Особенности формирования структуры полупроводниковых микросхем.	6	2	ПК-2.1
1.4	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение и освоение пройденного материала.	6	2	ПК-2.1
1.5	<b>Состав, структура и свойства материалов полупроводниковой техники (Лек).</b> Орбиталь. Энергетические уровни и подуровни элементов. Химические связи. Типы кристаллических решеток.	6	2	ПК-1.2
1.6	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Физико-химические свойства материалов, используемых при создании РЭС. Получение и свойства поли- и монокристаллического кремния. Зонная плавка. Достоинства и преимущества методов.	6	2	ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2
1.7	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Физико-химические свойства материалов, используемых при создании РЭС. Получение и свойства поли- и монокристаллического кремния. Зонная плавка. Достоинства и преимущества методов.	6	2	УК-1.2, УК-1.1, ПК-1.2
1.8	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение и освоение пройденного материала.	6	2	ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2
1.9	<b>Основные параметры микроминиатюризации (Лек).</b> Активные и пассивные элементы ИМС. Методы повышения быстродействия транзистора. Эпитаксиальные процессы в технологии РЭС.	6	2	УК-1.1, УК-1.2

1.10	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Практическая работа на тему: активные и пассивные элементы ИМС. Методы повышения быстродействия транзистора. Эпитаксиальные процессы в технологии РЭС.	6	2	УК-1.1, УК-1.2
1.11	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение задание на тему: активные и пассивные элементы ИМС. Методы повышения быстродействия транзистора. Эпитаксиальные процессы в технологии РЭС.	6	2	УК-1.2, УК-1.1
1.12	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение и освоение пройденного материала.	6	2	УК-1.1, УК-1.2
1.13	<b>Получение поликристаллического кремния (Лек).</b> Очистка кремния. Выращивание кремния из раствора-расплава (метод Чохральского). Достоинства и недостатки метода Чохральского	6	2	ПК-1.2
1.14	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Выполнение практического задания на тему: очистка кремния. Выращивание кремния из раствора-расплава (метод Чохральского). Достоинства и недостатки метода Чохральского	6	2	ПК-1.2
1.15	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания на тему: очистка кремния. Выращивание кремния из раствора-расплава (метод Чохральского). Достоинства и недостатки метода Чохральского	6	2	ПК-1.2
1.16	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение и освоение пройденного материала.	6	2	ПК-1.2
1.17	<b>Оптико-механические материалы и их возможное применение в сфере производства (Лек).</b> Бестигельная зонная плавка. Достоинства и недостатки метода. Способы устранения их. Типы кристаллических решеток.	6	2	ПК-1.2
1.18	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Выполнение практического задания на тему: бестигельная зонная плавка. Достоинства и недостатки метода. Способы устранения их. Типы кристаллических решеток.	6	2	ПК-1.2
1.19	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания на тему: бестигельная зонная плавка. Достоинства и недостатки метода. Способы устранения их. Типы кристаллических решеток.	6	2	ПК-1.2
1.20	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение и освоение пройденного материала.	6	2	ПК-1.2
1.21	<b>Высокомолекулярные соединения. Эпитаксиальные процессы в технологии ЭС (Лек).</b> Гомо-, гетеро- и хемозепитаксия. Высокоомные слои на низкоомной подложке. Р-п-переходы	6	2	ПК-1.2



1.22	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Высокомолекулярные полупроводниковые соединения в производстве интегральных схем. Эпитаксия. Твердые, жидкие и газообразные диффузанты. «Загонка» и «разгонка» микропримеси	6	2	ПК-1.2
1.23	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Высокомолекулярные полупроводниковые соединения в производстве интегральных схем. Эпитаксия. Твердые, жидкие и газообразные диффузанты. «Загонка» и «разгонка» микропримеси	6	2	ПК-1.2
1.24	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение и освоение пройденного материала.	6	2	ПК-1.2
1.25	<b>Конденсированные соединения и их применения в материаловедении (Лек).</b> Диэлектрические слои на поверхности кремния. Скорость роста слоев. Факторы, влияющие на скорость роста.	6	2	ПК-1.2
1.26	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Выполнение практического задания на тему: диэлектрические слои на поверхности кремния. Скорость роста слоев. Факторы, влияющие на скорость роста.	6	2	ПК-1.2
1.27	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания на тему: диэлектрические слои на поверхности кремния. Скорость роста слоев. Факторы, влияющие на скорость роста.	6	2	ПК-1.2
1.28	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение и освоение пройденного материала.	6	2	ПК-1.2
1.29	<b>Конструкционные материалы, их свойства и применение (Лек).</b> Механизм и модель процесса диффузии. Закон Фика. «Загонка» микропримесей из неограниченного источника. Диффузанты. Температура «разгонки».	6	2	ПК-1.2
1.30	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Физические свойства металлов в зависимости от температуры, формирование структуры при кристаллизации и степени переохлаждения. Величина зерна.	6	2	ПК-1.2
1.31	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Физические свойства металлов в зависимости от температуры, формирование структуры при кристаллизации и степени переохлаждения. Величина зерна.	6	2	ПК-1.2
1.32	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение и освоение пройденного материала.	6	2	ПК-1.2

1.33	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Изучить механизм и кинетику процесса кристаллизации. Изучить макроструктуру металлических слитков. Изучить влияние условий кристаллизации на структуру и механические свойства металла.	6	2	ПК-1.2, УК-1.1
1.34	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Изучить закономерности эпитаксиального роста тонких плёнок из раствора.	6	2	ПК-1.2, УК-1.1
1.35	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Определить толщину полученной пленки. Вычислить скорость напыления пленок. Исследовать зависимость скорости распыления и толщины пленки от тока разряда.	6	2	ПК-1.2, УК-1.1
1.36	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Исследовать зависимость толщины пленки от расстояния между катодом и подложкой.	6	2	ПК-1.2, УК-1.1
1.37	<b>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср).</b> Обобщение изученной информации и формирование разделов курсовой работы, включающие изученные разделы физико-химии технологии наноструктурированных материалов	6	30	УК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, УК-1.2
<b>2. Промежуточная аттестация (экзамен)</b>				
2.1	<b>Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Экзамен).</b>	6	33,65	УК-1.1, УК-1.2, ПК-2.1, ПК-1.2
2.2	<b>Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).</b>	6	2,35	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-2.1
<b>3. Промежуточная аттестация (курсовая работа)</b>				
3.1	<b>Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (КР).</b>	6	0	ПК-2.1, ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2
3.2	<b>Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).</b>	6	2	УК-1.2, УК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Физико-химия технологии наноструктурированных материалов», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

### 5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

Какие материалы применяются в электронной промышленности?

На какие группы делятся радиоматериалы по величине их удельного сопротивления?

Как температура влияет на удельное сопротивление проводников, п/п и диэлектриков?

Что характеризует температура плавления материала?

Что такое материаловедение?

Что такое диэлектрик?

Что такое степень переохлаждения?

Что такое кристалл?

Структурные особенности твердых тел.  
 Что такое конструкционные материалы?  
 Основной метод микроэлектроники.  
 Классификация материалов по поведению в электрическом поле.  
 Метод устранения дефектов в кристалле.  
 Что такое нормальные условия?  
 В чем структурное совершенство промышленных кристаллов?  
 От чего (кроме температуры) зависит коэффициент диффузии?  
 Для чего осуществляется метод легирования?  
 Защитные слои при эпитаксии и диффузии.  
 Динамические дефекты.  
 Контролируемые и неконтролируемые примеси.  
 Отличительные особенности метода диффузии.  
 Какие вы знаете диэлектрики?

### 5.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование помещения	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
Лаборатория Химии	Реактивы, фарфоровая чашка, воронка, спиртовка, пробирка, стаканы химические, весы технические, термометр, нагревательные приборы, бумага фильтровальная, пинцет, шпатель, цилиндр мерный, универсальный индикатор, капельницы с растворами, планшет, планшетка, фоновый экран, капельницы с растворами, стакан химический, дозатор, источник постоянного тока, электроды. Мультимедийный набор для проведения лабораторных работ "VR-лаборатория химии"

### 6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
2. Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.

### 6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### 6.3.1. Основная литература

1. Корнилов В. М. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс]:. - Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2020. - 99 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/170433>

2. Буш А. А. Фазовые диаграммы, одно-, двух- и трёхкомпонентных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2019. - - Режим доступа: <http://library.mirea.ru/secret/31012020/2255.iso>
3. Зверев В. А., Кривоустова Е. В., Точилина Т. В. Оптические материалы [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 400 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168855>
4. Кленин В. И., Федусенко И. В. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 512 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168512>
5. Материаловедение. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы. для студентов очного и заочного факультетов всех специальностей и направлений подготовки. - Санкт-Петербург: СПбГУ ГА, 2020. - 60 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/145277>
6. Пугачева И. Б. Материаловедение: практикум [Электронный ресурс]:. - Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2020. - 42 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/160086>
7. Калашников Е. Г. Введение в материаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Ульяновск: УлГУ, 2019. - 204 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/166074>

#### **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
2. ХиМик.ru - сайт о химии <http://www.xumuk.ru>
3. Химические наука и образование в России

<http://www.chem.msu.su/rus>

#### **6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины.

В соответствии с учебным планом дисциплина может предусматривать лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта (работы). Успешное изучение дисциплины требует посещения всех видов занятий, выполнение заданий преподавателя и ознакомления с основной и дополнительной литературой. В зависимости от мероприятий, предусмотренных учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведенных ниже.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо: приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию; до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившихся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученную на занятии.

Методические указания, необходимые для изучения и прохождения дисциплины приведены в составе образовательной программы.

## **6.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиаматериалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания

результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

