

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_

**Рабочая программа дисциплины**

**Материаловедение**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**магистратура**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**18.04.01 «Химическая технология»**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Химическая технология и материаловедение**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

## Лист актуализации

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Материаловедение» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, принадлежит к профессиональному циклу (Б1.В.03.05) образовательной программы, осваивается студентами очной формы обучения на первом обучения во втором семестре, студентами очно-заочной формы обучения на втором году обучения в четвертом семестре.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин "Неорганическая химия", "Органическая химия", "Химия высокомолекулярных соединений", "Строение вещества", "Квантовая химия", "Кристаллохимия", "Аналитическая химия", "Физическая химия" и др.

**Целью дисциплины** является системное освоение знаний о веществе, его составе, строении, реакционной способности, а также области использования этих веществ в хозяйственной деятельности на современном уровне развития науки, экспериментальной техники и достижений промышленного производства.

**Задачами дисциплины** являются изучение методов получения и условий применения различных материалов; изучение внутреннего строения и свойств материалов и закономерностей их изменения под воздействием внешних факторов; формирование теоретических представлений о возможностях и методах получения материалов с заранее заданными свойствами.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1-н  Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области неорганической	ПК-1-н-1.  Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	<i>Владеть основными методиками проведения эксперимента при изучении тех или иных свойств материала</i>  <i>Уметь грамотно составить план проведения исследований свойств материалов</i>  <i>Знать основные понятия материаловедения; классификацию материалов по различным параметрам</i>	Устный опрос, экзамен

химии, и/или смежных с химией науках	ПК-1-н-2.  Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<p><i>Владеть навыками использования экспериментальных и расчетно-теоретических методов для решения материаловедческих задач</i></p> <p><i>Уметь правильно выбрать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения материаловедческих задач</i></p> <p><i>Знать экспериментальные и расчетно-теоретические программы для изучения структурных свойств материалов; базовые принципы и методологию работы в них</i></p>	
ПК-2-н  Способен проводить информационные исследования в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных	<p><i>Владеть навыками работы с базами данных при поиске информации в области о свойствах материалов</i></p> <p><i>Уметь осуществлять корректный поиск требуемой информации о свойствах материалов</i></p> <p><i>Знать основные требования информационной безопасности при сборе, анализе и представлении информации по заданной тематике</i></p>	Устный опрос, экзамен
	ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	<p><i>Владеть навыками обработки результатов и анализа полученных характеристик материала</i></p> <p><i>Уметь предоставить результаты поиска в виде обзора имеющихся сведений о свойствах материалов</i></p> <p><i>Знать виды свойств материалов; свойства и области применения конкретных групп материалов</i></p>	
ПК-3-н.  Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н-1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	<p><i>Владеть навыками идентификации соединений по результатам эксперимента и с помощью специализированных компьютерных программ</i></p> <p><i>Уметь оценить полученную в ходе НИР информацию и сопоставить её с литературными данными</i></p> <p><i>Знать основные принципы предоставления результатов изучения свойств материалов</i></p>	Устный опрос, экзамен
	ПК-3-н-2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	<p><i>Владеть навыками определения параметров материалов исходя из основных свойств, присущих данному классу соединений.</i></p> <p><i>Уметь оценить область применения объектов исследования, исходя из полученных характеристиках о свойствах материала</i></p> <p><i>Знать основные направления</i></p>	

		современных исследований и требования к материалам	
--	--	----------------------------------------------------	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	6	6
Часов по учебному плану	216	216
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	36	36
- занятия семинарского типа	16	18
КСРИФ	2	2
самостоятельная работа	108	124
Промежуточная аттестация -экзамен	54	36

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе									
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них								Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		Лабораторные работы		Всего			
	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная
Раздел 1. Введение. Строение кристаллических материалов. Строение аморфных тел и порошков. Дефекты в твердых телах. Особенности строения и свойств поверхностных слоев вещества. Особенности строения и свойств материалов в нанодисперсном состоянии.	80	89	18	18	8	9			26	27	54	62
Раздел 2. Обобщенные представления о всех видах свойств материалов. Свойства и области применения конкретных групп материалов. Общие принципы выбора и создания материала при	82	91	18	18	8	9			28*	29*	54	62

решении практических задач. Методы исследования материалов												
<b>Всего</b>	162	180	36	36	16	18			54	56	108	124
<b>Контроль</b>	54	36										
<b>Итого</b>	216	216										

*\*-с учетом КСРПФ 2 часа у очной и очно-заочной формы обучения*

Промежуточный контроль осуществляется при проведении комплексного экзамена (предполагает выполнение практических заданий).

### **3.3. Содержание разделов дисциплины**

#### **Раздел 1. Введение**

Предмет и основные понятия материаловедения. История развития и современные проблемы материаловедения. Классификация материалов по этапу переработки. Классификация материалов по их назначению. Классификация материалов по наиболее важным для определенных условий свойствам или их совокупности. Классификация материалов по условиям применения материала. Классификация по структурным признакам. Классификация по макроструктуре (агрегатному состоянию). Классификация твердых материалов по количеству фаз и масштабу неоднородностей структуры. Классификация твердых материалов по микроструктуре. Классификация материалов по атомно-молекулярной структуре.

#### ***Строение кристаллических материалов***

Кристаллическая структура. Кристаллическая решетка (узлы, трансляции). Элементарная ячейка кристаллической структуры и решетки: определение, параметры, правила выбора, число формульных единиц, координаты атомов. Внешняя симметрия кристаллов: стереографическая проекция, операции и элементы симметрии (центр инверсии, плоскость зеркального отражения, поворотные оси, инверсионно-поворотные и зеркально-поворотные оси), теоремы о сочетании операций симметрии, точечные группы симметрии кристаллов (определение, генераторы групп, классификация по сингониям, символика Шенфлиса и Германа-Могена, примеры). Внутренняя симметрия кристаллов: типы центровки элементарных ячеек, классификация элементарных ячеек по сингониям, ячейки Бравэ, теоремы о сочетании трансляций с другими операциями симметрии (плоскости скользящего отражения (a, b, c; n; d), винтовые оси), пространственные группы симметрии кристаллов (определение, символы Шенфлиса и Германа-Могена, примеры), правильная система точек, полное описание структуры кристалла. Структурные справочники, базы данных и программное обеспечение. Основы кристаллохимии: принцип плотнейших упаковок, энергия кристаллической решетки, полиморфизм, изоморфизм, морфотропия.

#### ***Строение аморфных тел и порошков***

Структурные и физико-химические аспекты стеклообразного состояния веществ. Методы получения и обработки стекол.

#### ***Дефекты в твердых телах***

Точечные дефекты (вакансии, междоузельные частицы, примесные дефекты, дефекты электронной структуры). Линейные дефекты (краевая дислокация, винтовая дислокация). Поверхностные дефекты (двойники, границы зёрен). Объёмные дефекты.

### ***Особенности строения и свойств поверхностных слоев вещества***

Методы получения пленочных покрытий. Геометрические и энергетические аспекты некомпенсированности химических связей на поверхности вещества. Понятие об эпитаксии.

### ***Особенности строения и свойств материалов в нанодисперсном состоянии***

Методы получения и разновидности наноматериалов. Влияние размерных эффектов на физические и физико-химические свойства веществ.

## **Раздел 2. Обобщенные представления о всех видах свойств материалов**

Общее описание свойств материалов. Термодинамические свойства. Термические свойства. Коррозионная стойкость. Оптические свойства. Механические свойства. Триботехнические характеристики. Триботехнические параметры. Электрические свойства. Магнитные свойства. Комбинированные свойства (термоэлектрические эффекты, гальваномагнитные и термомагнитные эффекты, пьезоэлектрические свойства, пьезоэлектрический эффект, электрокалорический эффект, сегнетоэлектрические свойства, электрооптический эффект, пьезооптический эффект). Технологические свойства.

### ***Свойства и области применения конкретных групп материалов***

Металлы и сплавы. Керамика. Полимеры. Стёкла. Композиционные материалы.

### ***Общие принципы выбора и создания материала при решении практических задач***

Методология решения материаловедческих задач. Методы направленного поиска материалов с заданным набором свойств.

### ***Методы исследования материалов***

Дифракционные методы. Микроскопические методы. Методы изучения термических и термодинамических свойств материалов. Методы изучения электрических и магнитных свойств материалов. Методы механических испытаний материалов.

## **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу, контрольным работам и тестам, а также оформление научных рисунков в альбоме как отчета по соответствующим темам лабораторных работ.

Отчеты по лабораторным работам представляют собой отчетный документ о работе студента в течение семестра. Наличие отчетов, зачитанных преподавателем, ведущего лабораторные занятия, является необходимым условием допуска к сдаче экзамена по дисциплине. Это также один из эффективных методов познания, так как именно в процессе написания отчета студент детально и вдумчиво анализирует изучаемый метод анализа, проводит обработку полученных результатов, формулирует вывод о проделанной работе, что способствует лучшему усвоению материала, развивает у студентов внимание и наблюдательность.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Устный опрос

- Контрольная работа по строению атома и структуре кристаллических соединений

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена**.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

## 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач



	обучающего я от ответа	грубые ошибки.	некоторыми недочетами	недочетами	недочетов.		
--	---------------------------	-------------------	--------------------------	------------	------------	--	--

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен во 2 семестре для очной формы обучения проводится в письменной форме в виде ответа обучающегося на вопросы курса, решении практических задач.

## **6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.**

### **6.2.1. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции**

*Примерный перечень вопросов (контрольная работа) для оценки сформированности знаний компетенции ПК-1-н, ПК-2-н, ПК-3-н:*

#### **ПК-1-н:**

1. Назовите основные понятия материаловедения.
2. Классифицируйте ряд соединений (дерево, металл, сплав, керамика, камень, нанотрубки) по макро- и микроструктуре.
3. Назовите способы регистрации рентгеновского излучения.
4. Назовите параметры элементарной ячейки.
5. Классифицируйте элементарные ячейки по сингониям.

#### **ПК-2-н:**

1. Назовите принцип плотнейшей упаковки.
2. Назовите основные дефекты в твёрдых телах.
3. Назовите основные виды получения наноматериалов.
4. Объясните основной принцип и напишите уравнение коррозии.
5. Объясните различия между парамагнетиками и ферромагнетиками.
6. Разделите конструкционные металлы и сплавы по хладостойкости на 5 групп.

#### **ПК-3-н:**

1. Найдите в базе данных Crystallography Open Database с помощью встроенной функции поиска структуру минерала галита и назовите ключевые параметры элементарной ячейки.
2. С помощью программ Phasax и CrystalMaker идентифицируйте неизвестное соединение по имеющейся дифрактограмме.
3. При сжигании уксусной кислоты в кислороде выделилось 235.9 кДж теплоты и осталось 10.0 л непрореагировавшего кислорода (измерено при давлении 104.1 кПа и температуре 40°C). Рассчитайте массовые доли компонентов в исходной смеси, если известно, что энтальпии

образования углекислого газа, паров воды и уксусной кислоты составляют -393.5 кДж/моль, -241.8 кДж/моль и -484.2 кДж/моль соответственно.

4. Атом некоторого изотопа претерпевает последовательно  $\alpha$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha$ ,  $\beta^-$ ,  $\beta^-$  - распады. Напишите реакции радиоактивных превращений этого изотопа и продуктов его распада, определите, к какому радиоактивному семейству они принадлежат.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Сулейманов Е.В. Химическое материаловедение (Часть I). Нижний Новгород: ННГУ, 2006, 129 с.3.
2. Сулейманов Е.В. Свойства материалов и методы их прогнозирования. Нижний Новгород: ННГУ, 2007, 116 с.

б) дополнительная литература:

1. Сулейманов Е.В., Фаддеев М.А. Учебно-методическое пособие "Состав, строение и свойства атомных ядер". Н.Новгород: ННГУ. 2005. 39 с.
2. Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фаддеев М.А. Кристаллография. М.: Физматлит. 2004. 500 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

<http://www.cryst.ehu.es/>  
<http://www.crystallography.net/cod/>  
[https://www.fiz-karlsruhe.de/icsd\\_web.html](https://www.fiz-karlsruhe.de/icsd_web.html)  
<http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcome.html/welcome.html>  
<http://webbook.nist.gov/chemistry/>  
<http://www.crct.polymtl.ca/fact/index.php>  
<https://www.fiz-karlsruhe.de/de/leistungen/kristallographie/icsd.html>

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии на сайтах издательств «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>) и электронных библиотечных системах ННГУ (<http://www.lib.unn.ru/ebs.html>), доступ к которым предоставлен студентам. Сайты издательств содержат произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонды библиотек сформированы с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории (вместимостью 40 человек) для проведения учебных занятий, предусмотренных программой. Аудитория для проведения семинарских занятий (140 корп. 2) также оснащена необходимым оборудованием: стационарным мультимедийным проектором, ноутбуком с выходом в сеть Интернет, доской и мелом.

<b>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
Помещение для самостоятельной работы пр. Гагарина, 23, корп. 1, ауд. 205	Комплект специализированной мебели, персональные компьютеры , имеется выход в интернет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows Professional 10, Лицензия № 67001233, дата выдачи 09.06.2016 г.</li> <li>• Microsoft Office MS Office Standard 2013; серверная лицензия MS SQL Server Лицензия № 65097676, дата выдачи 23.04.2015 г.</li> </ul>
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 140	Комплект специализированной мебели; технические средства: мультимедийный проектор Benq MP610, ноутбук Acer Aspire 5315-301G08 , переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase имеется выход в интернет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.</li> <li>• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.</li> </ul>

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду (205 корп. 1).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 «Химия».

Авторы

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Е.В. Сулейманов

к.х.н. \_\_\_\_\_ О.В. Крашенинникова

Рецензент (ы)

к.х.н. с.н.с. ФГУП "ФНПЦ

НИИИС им. Ю.Е. Седакова" \_\_\_\_\_ А.А. Сазонов

аведующий кафедрой,

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Е.В. Сулейманов