

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

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31 мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Методы исследования твердого тела

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

04.03.01 - Химия

---

Направленность образовательной программы

Химия и материаловедение

---

Форма обучения

очная, очно-заочная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.02.07 Методы исследования твердого тела относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1-н-1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР ПК-1-н-2: Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	ПК-1-н-1: Знать методы исследования в выбранной области химии и смежных наук. Уметь формулировать гипотезы и научные вопросы, а также определять цели и задачи научных исследований. Владеть навыком планирования научных исследований, включая определение методов и технологий, необходимых для решения научных задач.  ПК-1-н-2: Знать основные экспериментальные методы и теоретические подходы в химии и смежных областях наук. Уметь анализировать поставленную задачу и выбирать подходящие методы решения. Владеть навыками планирования и организации экспериментальной и расчетно-теоретической работы.	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

<p><i>ПК-1-т: Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</i></p>	<p><i>ПК-1-т-1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР</i></p> <p><i>ПК-1-т-3: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР</i></p>	<p><i>ПК-1-т-1:</i></p> <p><i>Знать методы планирования научных исследований и опытных разработок, в том числе методы составления технических заданий.</i></p> <p><i>Уметь выбирать оптимальные методы и средства для решения поставленных задач.</i></p> <p><i>Владеть навыками разработки детальных планов исследований и опытных разработок, в том числе планирования отдельных стадий работы.</i></p> <p><i>ПК-1-т-3:</i></p> <p><i>Знать принципы выбора материалов, реагентов и оборудования для экспериментальных исследований.</i></p> <p><i>Уметь проводить анализ задачи и выбирать оптимальные технические средства и методы испытаний из имеющегося набора.</i></p> <p><i>Владеть навыками разработки методик испытаний, в том числе составления планов-графиков испытаний.</i></p>	<p><i>Задачи</i></p>	<p><i>Экзамен:</i></p> <p><i>Контрольные вопросы</i></p> <p><i>Задачи</i></p>
<p><i>ПК-2-н: Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</i></p>	<p><i>ПК-2-н-1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)</i></p>	<p><i>ПК-2-н-1:</i></p> <p><i>Знать основные информационные базы данных, связанные с областью химии и/или смежных с ней наук, и уметь работать с ними.</i></p> <p><i>Уметь формулировать информационные запросы и выбирать подходящие критерии поиска.</i></p> <p><i>Владеть навыками использования специализированных инструментов для поиска и анализа информации, таких как программы для автоматизированного поиска</i></p>	<p><i>Опрос</i></p>	<p><i>Экзамен:</i></p> <p><i>Контрольные вопросы</i></p> <p><i>Задачи</i></p>

		и обработки данных.		
ПК-3-н: Способен осуществлять контроль качества веществ и материалов	<p>ПК-3-н-1: Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики веществ и материалов.</p> <p>ПК-3-н-2: Составляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.</p>	<p>ПК-3-н-1:</p> <p>Знать основы методов анализа данных и статистики.</p> <p>Уметь критически анализировать и интерпретировать полученные данные. Уметь проводить сопоставление полученных результатов с литературными данными.</p> <p>Владеть навыками работы с различными источниками информации. Владеть навыками построения аргументированных выводов на основе полученных результатов и литературных данных.</p> <p>ПК-3-н-2:</p> <p>Знать о научно-технических и экономических аспектах применения результатов НИР в различных отраслях.</p> <p>Уметь прогнозировать и определять возможные направления развития работ в данной области.</p> <p>Владеть навыками постановки целей и задач для дальнейшей разработки и практического применения результатов НИР</p>	Опрос	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Задачи</p>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	9	9
Часов по учебному плану	324	324

в том числе		
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>		
- занятия лекционного типа	<b>64</b>	<b>64</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>160</b>	<b>64</b>
- КСР	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>26</b>	<b>158</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>72</b> <b>экзамен</b>	<b>36</b> <b>экзамен</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

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 (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего					
	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о		
Тема 1. Введение. Рентгеноструктурный анализ. Рентгенография кристаллических порошков и поликристаллов. Рентгенофлюоресцентный анализ.	96	112	26	26	60	26	86	52	10	60		
Тема 2. Колебательная спектроскопия. Электронно-зондовый микроанализ. Методология комплексного использования методов исследования в области химии твердого тела.	96	112	26	26	60	26	86	52	10	60		
Тема 3. Термический анализ.	58	62	12	12	40	12	52	24	6	38		
Аттестация	72	36										
КСР	2	2							2	2		
Итого	324	324	64	64	160	64	226	130	26	158		

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 48 ч., очно-заочная форма обучения - 16 ч.

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

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "нет" (нет).
- открытый онлайн-курс MOOC "нет" (нет).

Иные учебно-методические материалы: нет

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

## **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н**

Вариант 1. Разработать план и методику исследования структуры кристалла на основе данных, полученных с помощью рентгеноструктурного анализа. Студентам нужно выбрать наиболее подходящую программу для анализа данных, проанализировать полученные результаты и сделать выводы о структуре кристалла.

Вариант 2. Изучить свойства кристаллических порошков с помощью рентгенографии и рентгенофлюоресцентного анализа. Студентам нужно выбрать наиболее подходящие методы для исследования порошков, собрать данные и проанализировать их, чтобы определить характеристики порошка, такие как размер, форма и состав.

Вариант 3. Исследовать структуру материала с помощью колебательной спектроскопии. Студентам нужно выбрать подходящее оборудование и методы исследования, провести эксперименты и проанализировать полученные данные, чтобы определить структуру и свойства материала.

Вариант 4. Оценить состав материала с помощью электронно-зондового микроанализа. Студентам нужно выбрать наиболее подходящие методы для определения состава материала, провести эксперименты и проанализировать полученные данные, чтобы определить содержание элементов в материале.

Вариант 5. Изучить термодинамические свойства материала с помощью термогравиметрии и дифференциально-термической калориметрии. Студентам нужно выбрать подходящее оборудование и методы исследования, провести эксперименты и проанализировать полученные данные, чтобы определить термодинамические свойства материала.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с

Оценка	Критерии оценивания
	недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т

1. Разработать план и методику исследования структуры кристалла на основе данных, полученных с помощью рентгеноструктурного анализа. Студентам нужно выбрать наиболее подходящую программу для анализа данных, проанализировать полученные результаты и сделать выводы о структуре кристалла.
2. Изучить свойства кристаллических порошков с помощью рентгенографии и рентгенофлюоресцентного анализа. Студентам нужно выбрать наиболее подходящие методы для исследования порошков, собрать данные и проанализировать их, чтобы определить характеристики порошка, такие как размер, форма и состав.
3. Исследовать структуру материала с помощью колебательной спектроскопии. Студентам нужно выбрать подходящее оборудование и методы исследования, провести эксперименты и проанализировать полученные данные, чтобы определить структуру и свойства материала.
4. Оценить состав материала с помощью электронно-зондового микроанализа. Студентам нужно выбрать наиболее подходящие методы для определения состава материала, провести эксперименты и проанализировать полученные данные, чтобы определить содержание элементов в материале.
5. Изучить термодинамические свойства материала с помощью термогравиметрии и дифференциально-термической калориметрии. Студентам нужно выбрать подходящее оборудование и методы исследования, чтобы определить термодинамические свойства материала

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных

Оценка	Критерии оценивания
	задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Найдите и изучите научные статьи о последних разработках в области рентгеноструктурного анализа или рентгенографии кристаллических порошков, и опишите, как эти методы могут применяться в решении различных химических задач.
2. Проведите исследование по сравнению различных методов анализа кристаллических материалов, таких как рентгеноструктурный анализ, колебательная спектроскопия и электронно-зондовый микроанализ. Опишите преимущества и недостатки каждого метода, а также его область применения.
3. Соберите информацию о применении методов термогравиметрии и дифференциально-термической калориметрии в исследованиях химических соединений и реакций. Опишите, как эти методы могут быть использованы для изучения термодинамических свойств соединений и процессов.



4. Изучите последние исследования, где применяется рентгенофлюоресцентный анализ, и опишите, как этот метод может быть использован в различных областях химии, таких как анализ минералов, почвы и металлов.

5. Соберите информацию о последних технологических разработках, которые основаны на использовании рентгеноструктурного анализа или рентгенографии кристаллических порошков. Опишите, как эти разработки могут быть применены в различных отраслях химической промышленности.

6. Сравните различные методы анализа кристаллических порошков и выберите наиболее подходящий метод для изучения свойств конкретного материала. Обоснуйте свой выбор на основе его чувствительности к особенностям материала и способности предоставить необходимую информацию для решения исследуемой задачи.

#### **5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н**

1. Дайте краткий обзор исследований, использующих выбранный метод анализа, и проанализируйте, насколько эти исследования могут быть применимы в реальном мире.

2. Изучите научные статьи, использующие выбранный метод анализа, и определите, какие из этих исследований могут иметь практическую ценность для промышленных приложений.

3. Проведите сравнительный анализ двух или более методов анализа и определите, какой из них может быть более эффективен в определенных приложениях в выбранной области химии.

4. Представьте ситуацию, в которой вы должны принять решение о продолжении исследований, использующих выбранный метод анализа. Оцените практическую ценность результатов, полученных с помощью этого метода, и решите, стоит ли продолжать исследования в этом направлении.

5. Выберите конкретное промышленное приложение, которое может использовать выбранный метод анализа, и оцените, какие преимущества и недостатки может иметь этот метод для этого приложения.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

#### **5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации**

##### **Шкала оценивания сформированности компетенций**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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 несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	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 и несущественными 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 базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

#### 5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

#### Оценочное средство - Контрольные вопросы

#### Экзамен

#### Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н (Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации)**

1. Какие дополнительные методы анализа могут быть использованы вместе с рентгеноструктурным анализом для получения полной информации о структуре материала?
2. Как выбрать правильную длину волны рентгеновского излучения для определения структуры кристалла методом рентгенографии?
3. Какие элементы можно обнаружить методом рентгенофлуоресцентного анализа и какие применения могут быть у этого метода?
4. Какие типы колебательных движений могут быть идентифицированы методом колебательной спектроскопии и как они связаны со структурой молекулы?
5. Какие элементы можно обнаружить методом электронно-зондового микроанализа и как этот метод может быть использован для анализа структуры образцов?
6. Какие типы термических процессов могут быть идентифицированы методом термогравиметрии и как этот метод может быть использован для анализа химических свойств материалов?
7. Какие типы термических процессов могут быть идентифицированы методом дифференциально-термической калориметрии и как этот метод может быть использован для анализа химических свойств материалов?
8. Охарактеризуйте основные методы исследования твердотельных материалов.
9. В чем принципиальное различие сведений, получаемых методами колебательной спектроскопии и рентгеноструктурного анализа?
10. В чем различие методов ИК спектроскопии и спектроскопии КР?
11. Сравните методы ПЭМ и РЭМ.
12. Области применения DTA, TG, DTG и DSC.

13. Как методом DTA можно определить энтальпию физических и химических превращений?

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т** (Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации)

1. Какой тип образца следует использовать для рентгеноструктурного анализа?
2. Какие методы можно использовать для определения фазового состава порошкового образца?
3. Какие типы образцов можно исследовать методом рентгенофлюоресцентного анализа?
4. Какие типы образцов можно исследовать методом колебательной спектроскопии?
5. Какие элементы и соединения можно анализировать с помощью электронно-зондового микроанализа?
6. Какие информации можно получить из термогравиметрического анализа?
7. Какая информация может быть получена с помощью дифференциально-термической калориметрии о термических свойствах материала?
8. Охарактеризуйте основные методы исследования твердотельных материалов.
9. На чем основаны рентгенографические методы исследования?
10. Какие процессы протекают при облучении вещества пучком электронов?
11. Какие сведения можно получить на основании данных термического анализа?
12. Принципиальная схема дериватографа и прибора DSC. Приведите пример кривой DSC и ее обработки.
13. Охарактеризуйте количественный метод DSC.
14. Какие методы термического анализа используются для построения фазовых диаграмм?
15. Что такое термический анализ (ТА)?
16. Температурные зависимости каких физических параметров используется в ТА?
17. Какие факторы влияют на кривые DTA?
18. Какие кинетические параметры можно определить методом DTA?

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н** (Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы)

1. Какие ресурсы и базы данных Вы использовали для поиска информации по рентгеноструктурному анализу в своей НИР?
2. Как Вы выбрали и оценили достоверность информации, полученной в результате Рентгенографии кристаллических порошков в ходе своей исследовательской работы?
3. Какие принципы работы рентгенофлюоресцентного анализа и как они могут быть применены в выбранной Вами области химии?
4. Как Вы оцениваете значимость и применимость колебательной спектроскопии в рамках вашего исследования?

6. Какие методы электронно-зондового микроанализа Вы использовали для определения элементного состава пробы?
6. Какие источники информации и методы поиска Вы использовали для проведения литературного обзора по термогравиметрии?
7. Какой метод дифференциально-термической калориметрии Вы использовали для анализа свойств Вашей пробы и почему он был выбран?
8. В каких методах исследования проводится регистрация рентгеновского излучения?
9. Как определить термодинамические параметры их данных фазовой диаграммы?
10. Анализ каких процессов невозможен методом ТА?
11. На каких принципах основаны ТА и DTA?

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н (Способен осуществлять контроль качества веществ и материалов)**

1. Расскажите, какие преимущества имеет рентгеноструктурный анализ, и насколько перспективен этот метод в решении практических задач в химической области?
2. Какие перспективы практического применения Рентгенографии кристаллических порошков вы видите на основе результатов вашего исследования?
3. Какие преимущества и ограничения имеет Рентгенофлюоресцентный анализ, и какие перспективы его практического использования вы видите?
4. Какие преимущества и недостатки имеет Колебательная спектроскопия, и какие практические задачи она может решить в химической области?
5. Какие возможности дает Электронно-зондовый микроанализ в химических исследованиях, и насколько перспективен этот метод для практического применения?
6. Расскажите о перспективах практического использования термогравиметрии в химических исследованиях, и какие задачи она может решить?
7. Какие преимущества и недостатки имеет дифференциально-термическая калориметрия, и какие перспективы ее практического применения вы видите?
8. Какую информацию можно получить при исследовании неорганических, органических и полимерных веществ?

**Оценочное средство - Задачи**

**Экзамен**

**Критерии оценивания (Задачи - Экзамен)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

**Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н**  
(Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации)

1. Принимая величину  $n$  в формуле Брэгга-Вульфа равной 1, проанализируйте, что произойдет с рефлексами на больших углах  $\theta$ .
2. Параметры ромбической элементарной ячейки Ga  $a = 4.526$ ,  $b = 4.520$ ,  $c = 7.66$  Å. На каком угле будет рефлекс 530 при съемке на Cu K $\alpha$ -излучении?

**Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т**  
(Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации)

1. Рассчитайте радиус ядра и плотность ядерного вещества атома урана-238 ( $M(^{238}\text{U}) = 238.050760$  а.е.м.).

2. Рассчитайте величины межплоскостных расстояний  $d$  и углов  $2\theta$  для 111 и 200 отражений, полученных на порошковой рентгенограмме кубического кристалла с параметром  $a = 5.0 \text{ \AA}$  при съемке на  $\text{Cu K}\alpha$ -излучении.

3. На представленной термограмме описать характер и предположить тип превращения.

**Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н**  
(Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы)

1. Найдите публикацию, посвященную исследованию структуры определенного органического соединения. Опишите ключевые результаты и обсудите возможные перспективы использования этих данных в дизайне новых соединений с аналогичными свойствами.

2. Проведите исследование литературных источников для определения методов рентгенографии кристаллических порошков и сравните их преимущества и ограничения. Обсудите примеры практического применения этих методов в химии и материаловедении.

3. Найдите публикацию, описывающую использование рентгенофлуоресцентного анализа для определения состава промышленного образца. Опишите ключевые результаты и обсудите, как эта техника может быть использована для контроля качества и улучшения производственных процессов.

4. Исследуйте литературные источники, связанные с колебательной спектроскопией, для определения основных принципов этой техники. Обсудите примеры практического применения колебательной спектроскопии в различных областях химии, таких как фармацевтика, катализ и материаловедение.

5. Проведите исследование литературных источников, чтобы определить основные принципы термогравиметрии и ее применение в анализе химических соединений и материалов. Какие примеры применения термогравиметрии можно найти в изучении термодинамических свойств материалов и реакций в химических системах? Какие основные принципы и методы используются при анализе данных, полученных с помощью термогравиметрии, и какие могут быть практические применения этих методов?

**Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н**  
(Способен осуществлять контроль качества веществ и материалов)

По результатам анализа химического состава и физико-химических свойств, определите, какие перспективы данного материала могут быть наиболее важны для его дальнейшего практического использования, и объясните, как полученные результаты могут помочь в оптимизации процессов его производства.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Аналитическая химия. - Ч.2: Количественный анализ (оптические, рентгенофазовый и рентгеноструктурный методы) / Смирнов А.Д., Голубев А.М., Горячева В.Н. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=643624&idb=0>.
2. Черноруков Н. Г. Теория и практика рентгенофлуоресцентного анализа : электронное учебно-методическое пособие / Черноруков Н. Г., Нипрук О. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. - 57 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из



коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730253&idb=0>.

3. Новоженков Владимир Антонович. Термический анализ : Учебник и практикум для вузов / Новоженков В. А., Стручева Н. Е. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - 440 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12826-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=766344&idb=0>.

4. Дятлов В. А. Физико-химические методы анализа. ИК-спектроскопия. Практикум / Дятлов В. А., Гребенева Т. А. - Москва : РТУ МИРЭА, 2022. - 37 с. - Книга из коллекции РТУ МИРЭА - Химия. - ISBN 978-5-7339-1631-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=828294&idb=0>.

5. Сахаров Н. В. Растровая электронная микроскопия : учебное пособие / Сахаров Н. В., Фаддеев М. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. - 96 с. - Рекомендовано методической комиссией физического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки: 03.03.02 «Физика» и 03.04.02 «Физика». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Физика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783303&idb=0>.

6. Моржухина С. В. Термические методы анализа. Дифференциальная сканирующая калориметрия : практикум / Моржухина С. В., Моржухин А. М., Тестов Д. С. - Дубна : Государственный университет «Дубна», 2020. - 50 с. - Книга из коллекции Государственный университет «Дубна» - Химия. - ISBN 978-5-89847-619-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=797510&idb=0>.

#### Дополнительная литература:

1. Ковба Л. М. Рентгенография в неорганической химии : [учеб. пособие для вузов по специальности "Химия"]. - М. : Изд-во МГУ, 1991. - 254, [1] с. : ил. - 8.25., 13 экз.

2. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учеб. для вузов по специальности "Физика металлов" и "Металловедение, оборудование и технология термической обработки металлов". - М. : Металлургия, 1982. - 631 с. : ил. - 1.40., 20 экз.

3. Уманский Яков Семенович. Рентгенография металлов и полупроводников : [учеб. пособие для студентов металлург. специальностей вузов]. - М. : Металлургия, 1969. - 496 с., 1 л. граф. : ил. - 1.33., 7 экз.

4. Миркин Лев Иосифович. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов : справ. руководство : получение и измерение рентгенограмм / под ред. Я. С. Уманского. - М. : Физматгиз, 1961. - 863 с. : ил. - 3.56., 5 экз.

5. Мальцев Александр Александрович. Молекулярная спектроскопия : (Теория, практические работы, задачи) : [учеб. пособие для хим., хим.-технол. и физ. специальностей вузов]. - М. : Изд-во МГУ, 1980. - 271 с. : ил. - 0.75., 4 экз.

6. Химическая термодинамика : учеб. пособие. Т. 1 : Основные понятия. Фазовые равновесия / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1991. - 196 с. - 45.00., 52 экз.

7. Шаскольская Марианна Петровна. Кристаллография : [учеб. пособие для втузов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1984. - 375 с., 4 л. ил. : ил. - 1.40., 96 экз.

8. Чупрунов Евгений Владимирович. Основы кристаллографии : учеб. для вузов. - М. : Физматлит, 2004. - 500 с. - ISBN 5-94052-060-1 : 143.00., 86 экз.

9. Величко Александр Андреевич. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных

материалов и структур. Часть II : Учебное пособие. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2014. - 227 с. - Профессиональное образование. - ISBN 978-5-7782-2534-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=615455&idb=0>.

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>  
<http://www4.nau.edu/microanalysis/Microprobe-SEM/Signals.html>  
<http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1183034>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебная аудитория с проектором и экраном (140 ауд. 2 корпус).

Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-IT300LV с энерго- и волнодисперсионным элементным анализаторами (233 ауд, 5 корпус).

Синхронный термический анализатор DTG-60H (Shimadzu, Япония) (237 ауд. 5 корпус)

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

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 04.03.01 «Химия».

Автор(ы): Сулейманов Евгений Владимирович, доктор химических наук, профессор

Телегин Сергей Владимирович, кандидат химических наук

Фукина Диана Георгиевна, кандидат химических наук.

Заведующий кафедрой: Сулейманов Евгений Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии химического факультета от 23 мая 2023 г., протокол № 7.