

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Кемеровский государственный университет» (КемГУ)**

Центр дополнительного образования (ЦДО)



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Р.М. Котов/

\_\_\_\_\_ 2020 г.

**ПРОГРАММА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ**

**(повышение квалификации)**

**«ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ»**

Начальник ЦДО

О. М. Левкина

Кемерово 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ.....	3
1.1. Цель реализации программы .....	4
1.2. Требования к результатам освоения программы.....	5
1.3. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы .....	7
1.4. Трудоемкость обучения .....	7
1.5. Форма обучения .....	7
1.6. Режим занятий.....	7
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ .....	8
2.1. Учебный план.....	8
2.2. Календарный учебный график .....	9
2.3. Содержание учебной программы.....	9
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ.....	12
3.1. Сведения о профессорско-преподавательском составе, необходимом для реализации программы .....	12
3.2. Материально-технические условия реализации программы.....	13
3.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по программе.....	14
3.4. Учебно-методическое обеспечение программы .....	15
3.5. Перечень технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по программе .....	16
3.6. Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	17
4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ.....	18
4.1. Общие положения .....	18
4.2. Перечень требований к профессиональной компетентности, которыми должны овладеть слушатели в результате освоения программы.....	19
4.3. Фонд оценочных средств для проведения аттестации обучающихся .....	20
4.3.1. Паспорт фонда оценочных средств программы.....	20
4.3.2. Описание показателей, критериев оценивания результатов итоговой аттестации, а также порядка ее проведения .....	21
4.3.3. Типовые контрольные задания или иные материалы .....	24
4.3.3.1. Тесты.....	24
4.3.3.2. Ситуационные задания .....	25
4.3.3.3. Устный опрос, как вид контроля и метод оценивания формируемых умений, навыков и компетенций (как и качества их формирования) в рамках такой формы как собеседование .....	27
Приложение 1. ....	28
Пример билета к зачетному занятию по программе.....	28
Приложение 2. ....	30
Пример тестовых заданий по разделам программы .....	30
Приложение 3. ....	32
Примеры ситуационных заданий.....	32

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Нормативно-правовую основу разработки настоящей программы составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2013 № 273-ФЗ (редакция от 31.12.2014 года) «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями, вступившими в силу 31.03.2015 года);
- Федеральный закон от 02.12.2019 № 403-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки, утверждения и применения стандартов»;
- приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»;
- распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.12.2014 года № 2765-р «Об утверждении Концепции Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы»;
- приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- постановление Правительства РФ от 08.08.2013 № 678 «Об утверждении номенклатуры должностей педагогических работников организаций, осуществляющих образовательную деятельность, должностей руководителей образовательных организаций»;
- приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.07.2014 г. №795 «Об утверждении Положения о порядке проведения аттестации работников, занимающих должности научно-педагогических работников»;
- письмо Департамента государственной политики в сфере общего образования Минобрнауки России и Общероссийского Профсоюза образования от 23.03.2015 г. № 08-415/124 «О реализации права педагогических работников на дополнительное профессиональное образование»;
- методические рекомендации-разъяснения по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов (письмо Минобрнауки ВК-1032/06 от 22.04.2015);
- КемГУ-СМК-ППД-6.2.4-2.1.7-113 положение о порядке реализации образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам - программам повышения квалификации, программам профессиональной переподготовки;
- иные нормативные правовые акты, регламентирующие образовательную деятельность в Российской Федерации.

## 1.1. Цель реализации программы

*Целью* реализации программы является совершенствование профессиональных навыков, освоение новых способов решения профессиональных задач, связанных с использованием современных физических и физико-химических методов анализа и контроля материалов, на основе компетентного подхода, способствующих повышению уровня и качества профессиональной деятельности специалистов физико-химического профиля, работающих в качестве научно-педагогических работников в высших учебных учреждениях.

Реализация программы позволит решить следующие *задачи*:

- расширить квалификацию специалистов, что будет способствовать их адаптации к новым социально-экономическим условиям;
- обеспечить профессиональное соответствие занимаемым должностям в сфере образовательной деятельности, с учетом профиля преподаваемых дисциплин;
- организовать профессиональную деятельность с учетом квалификационных требований и стандартов.

При разработке настоящей программы учтены состояние и перспективы развития высшего профессионального образования в регионе.

Программа повышения квалификации соответствует одному из приоритетных направлений обновления навыков и приобретения компетенций граждан с учетом региональных и отраслевых потребностей – непрерывному образованию в течение всей жизни.

Программа повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов» составлена на основе вышеуказанных нормативных документов, а также с учетом профессионального стандарта «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденного приказом Минтруда и социальной защиты Российской Федерации от 4 марта 2014 г. № 121н;

Программа реализуется с использованием современных образовательных технологий, применения информационных технологий в учебном процессе, организации научно-исследовательской работы (свободный доступ в сеть Интернет, предоставление учебных материалов в электронном виде, использование мультимедийных средств и т.д.).

Слушатель, успешно завершивший обучение по данной программе, должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

*организационно-управленческая деятельность*: организация работы малых коллективов и групп обучающихся в процессе решения конкретных профессиональных задач;

*организационно-методическая деятельность*: консультирование обучающихся по вопросам возможности применения физических и физико-химических методов исследования в соответствующей области

направленности (профилизации); распространение и внедрение современных достижений науки и техники;

*научно-исследовательская деятельность:* проведение прикладных научных исследований в соответствии с направленностью (профилем) своей профессиональной деятельности.

**Связь с профессиональным стандартом Специалиста по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам**

Перечень обобщенных трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности слушателя настоящей программы, представлен в таблице 1.

Табл. 1. Перечень обобщенных трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности слушателя программы

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень квалификации
40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам	В	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	6(*)	проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	В/02.6	6(*)
	С	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	6(*)	управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	С/02.6	6(*)

(\* - в ПС указано «высшее образование – специалитет, магистратура. Требования к образованию – не менее 10 лет по специальности или наличие ученой степени без предъявления требований к стажу работы).

**1.2. Требования к результатам освоения программы**

*Освоение* программы повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов» направлено на повышение у слушателей профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации путем совершенствования следующих профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности:

проведение работ по обработке, расчету данных и (или) анализу научно-технической информации и результатов исследований (ПК-1);

управление результатами работ по обработке, расчету данных, анализу научно-технической информации и результатов исследований (ПК-2).

*Цель (планируемые результаты обучения)* - формирование у слушателей выше указанных профессиональных компетенций при осуществлении профессиональной деятельности при преподавании профильных дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений.

Слушатель программы должен:

*знать:*

- основы методов и средств диагностики (в том числе средствами вычислительных машин и прикладных программных комплексов) для исследования, контроля и аттестации материалов; метрологические основы физико-химического анализа, возможности его автоматизации и использования ЭВМ при обработке полученных результатов; границы применимости и ограничения методов; физические процессы и закономерности, лежащие в основе различных приемов исследования состава и структуры веществ; сущность: кристаллооптических методов анализа; основы спектроскопических, электрофизических и термических методов исследования материалов; сущность элементного анализа, основы масс-спектрального анализа; основы современных методов исследования поверхности функциональных, в том числе наноразмерных материалов; основы Оже-электронной и рентгеновской абсорбционной спектроскопии, возможности дериватографии; основы методов исследования дефектной структуры твердых тел и т.д.;

- современное состояние и перспективы развития физических и физико-химических методов анализа и контроля материалов;

*уметь:*

- использовать полученные знания для: анализа широкого круга материалов, интерпретации, моделирования и прогноза их физических, физико-химических свойств; планирования стадий проведения работ; осуществления руководства проведением работ групп обучающихся при исследовании по отдельным задачам профессиональной деятельности; оформлять результаты работ;

- адаптировать стандартные схемы проведения эксперимента при решении конкретных задач; использовать современные физические методы исследования для установления структуры веществ; интерпретировать полученные экспериментальные результаты с учетом теоретических основ выбранных физических и физико-химических методов исследования;

*владеть:*

- навыками выбора оптимального метода исследования материалов в зависимости от объекта и целей исследования для решения поставленных задач на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных.

### **1.3. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы**

Лица, желающие освоить повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов», должны являться: выпускниками высших учебных заведений естественнонаучного направления (специальности) подготовки; научно-педагогическими работниками (преподавателями) вузов, читающими соответствующие профильные дисциплины.

### **1.4. Трудоемкость обучения**

Трудоемкость обучения по данной программе – 72 часа, включая все виды аудиторной и самостоятельной работы слушателя и время, отводимое на контроль качества освоения слушателем программы.

#### Распределение часов по видам учебной работы

Теоретическое обучение (лекции, практические, лабораторные занятия и т.п.)	54 ч.
Самостоятельная работа	16 ч.
Итоговая аттестация	2 ч.
<b>ИТОГО:</b>	<b>72 ч.</b>

### **1.5. Форма обучения**

Слушатели программы проходят обучение по программе повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов» в очной форме.

### **1.6. Режим занятий**

Учебная нагрузка устанавливается не более 18 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя. Срок обучения – 4 недели.

Для всех видов аудиторных занятий устанавливается академический час продолжительностью 45 минут.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план

программы повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов»  
на 2020/2021 учебный год

Категория слушателей:  
выпускники высших учебных заведений соответствующего профиля подготовки; научно-педагогические работники вузов

Объем программы: 72 часа трудоемкости,  
в т.ч. 54 часа аудиторных занятий

Форма обучения – очная

Наименование разделов	Общая трудоемкость, час.	Аудиторные занятия, час.		Самост. работа	Форма контроля
		лекции	практич. и лаборат. занятия		
Классификация и применение методов и средств диагностики для исследования, контроля и аттестации материалов	8	4	2	2	тест
Физические и физико-химические методы исследования материалов	34	18	8	8	тест ситуационное задание
Дифракционные рентгеновские методы	26	12	8	6	тест ситуационное задание
<b>Итого часов теоретической подготовки</b>	<b>70</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	
<b>И.00. Итоговая аттестация</b>	<b>2</b>				
И.01. Зачет по программе	2				зачет
<b>Всего часов трудоемкости программы</b>	<b>72</b>				



## 2.2. Календарный учебный график

Календарный учебный график программы повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов» на 2020/2021 учебный год представлен ниже:

№ п\п	Наименование раздела	неделя				КР	СР	Всего
		1	2	3	4			
1.	Классификация и применение методов и средств диагностики для исследования, контроля и аттестации материалов	+				6	2	8
2	Физические и физико-химические методы исследования материалов	+	+	+		26	8	34
3	Дифракционные рентгеновские методы			+	+	20	6	26
	Итоговая аттестация				+	2		2

### Условные обозначения

<b>КР</b>
-----------

 контактная работа

<b>СР</b>
-----------

 самостоятельная работа

**ИА** Итоговая аттестация

## 2.3. Содержание учебной программы

Перечень и содержание основных разделов по программе программы повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов»:

№ пп	Название раздела	Содержание раздела
1	Классификация и применение методов и средств диагностики для	Основы методов и средств диагностики (в том числе средствами вычислительных машин и прикладных программных комплексов) для исследования, контроля и аттестации материалов; метрологические основы физико-

	исследования, контроля и аттестации материалов	химического анализа, возможности его автоматизации и использования ЭВМ при обработке полученных результатов. Классификация погрешностей. Статистическая обработка результатов измерений. Представление результатов измерений средствами вычислительной техники и прикладных программных комплексов.
2	Физические и физико-химические методы исследования материалов	<p><i>Тема раздела: Кристаллооптический анализ. Электронная микроскопия. ПЭМ. РЭМ. РСМА. СТМ. Электронная микроскопия. Методы электронной микроскопии: трансмиссионные, прямого разрешения, контраста, реплик. Объекты исследований и их подготовка. Аппаратура. Основные этапы анализа. Теоретические и прикладные вопросы по кристаллографическому анализу при использовании растровой и просвечивающей электронной микроскопии.</i></p> <p><i>Тема раздела: Спектральные методы исследования материалов. Классификация спектроскопических методов. Методы молекулярной оптической спектроскопии. АЭ и АА анализ. Колебательная спектроскопия. Радиоспектроскопия. Ядерная спектроскопия. Люминесценция. Применение спектральных методов анализа для исследования наноматериалов. Практическая работа: 1. Фотолюминесценция твердых веществ на примере стандартного люминофора. 2. Фотолюминесценция азида серебра.</i></p> <p><i>Тема раздела: Методы определения химического состава материалов. Элементный анализ. Сущность элементного анализа. Локальный рентгеноспектральный и рентгенофлуоресцентный методы анализа. Масс-спектрометрия. Основы масс-спектрального анализа, методы определения и регистрации (с применением средств ЭВМ). Принципиальная схема и типы масс-спектрометров.</i></p> <p><i>Тема раздела: Микроскопические методы исследования. Методы исследования дефектной структуры материалов. Методы исследования поверхности. Основы современных методов исследования дефектной структуры твердых тел. Методы изучения дефектов в кристаллах – метод избирательного травления и декорирования. Микроскопические методы исследования. Физические основы современных методов исследования поверхности функциональных, в том числе наноразмерных материалов. Практическая работа: 1. Исследование дислокационной структуры твердых тел. 2. Изучение дисперсионного состава мелкокристаллического хлорида натрия с помощью оптического микроскопа. 3. Изучение топографии поверхности и фазового контраста наноразмерных образцов.</i></p> <p><i>Тема раздела: Методы термического анализа материалов. Основы современных методов термического анализа материалов, возможности его автоматизации и использования ЭВМ при обработке полученных результатов. ТГА, ДТА, ДСК. Методы записи, расшифровки и оценки термограмм.</i></p>

		<p>Применение термического анализа для определения свойств материалов.</p> <p><i>Тема раздела: Методы исследования электрических и магнитных свойств материалов.</i></p> <p>Электрофизические методы исследования. Исследование электрических свойств функциональных и низкоразмерных материалов. Теория и техника измерения магнитных и гальваномагнитных эффектов. Исследование магнитострикции. Практическая работа: 1. Электропроводность полупроводниковых материалов и низкоразмерных частиц металлов. 2. Измерение удельной электропроводности скомпактированных давлением наноразмерных порошков кобальта и никеля при различных температурах.</p>
3	Дифракционные рентгеновские методы	<p><i>Тема раздела: Рентгенофазовый анализ.</i></p> <p>Качественный рентгенофазовый анализ. Экспериментальная техника. Область применения и возможности метода. Причины низкой чувствительности и способы ее повышения. Количественный рентгенофазовый анализ. Методы количественного рентгенофазового анализа. Учет поглощения лучей веществом. Основные типы кривых «интенсивность – концентрация» и их интерпретация. Твердые растворы в рентгенофазовом анализе. Особенности анализа в гомогенных системах: твердые растворы, закон Вегарда, пределы растворимости, фазовые диаграммы и их использование в анализе.</p> <p><i>Тема раздела: Основы рентгеноструктурного анализа.</i></p> <p>Основные положения теории дифракции. Дифракционные методы исследования строения вещества. Сравнительная характеристика электроно-, нейтроно- и рентгенографического методов; способность рассеиваться, поглощаться, возможности регулирования. Источники вторичных волн в дифракционных методах и для рентгеновских лучей, в частности. Основные методы получения дифракционной картины: полихроматический метод Лауэ (дифракция на одномерной решетке, на двухмерной, условия возникновения для трехмерной решетки), метод вращения-качания (слоевые линии, их развертки), поликристаллический метод (порошка) и отражательная теория Вульфа-Брэгга. Два этапа рентгеноструктурного анализа. Методы определения параметров решетки, монокристалльные и порошковые методы. Индексирование порошковых рентгенограмм высокосимметричных и низкосимметричных кристаллов. Атомная амплитуда, структурная амплитуда. Методы сложения волн (амплитуд). Основные факторы, определяющие интенсивность дифракционных рефлексов (отражений): угловые факторы, фактор повторяемости, поглощение, тепловой фактор. Вывод структурного фактора. Метод проб и ошибок. Функция Паттерсона и метод тяжелого атома. Метод синтеза электронной плотности. Прямые методы определения координат атомов. Монокристалльный и</p>

	<p>порошковый методы рентгеноструктурного анализа. <i>Тема раздела: Рентгенография наноразмерных материалов.</i> Влияние несовершенств кристаллической решетки на дифракционную картину. Моделирование дифракционного профиля от малых кристаллов, особенности проявления дифракционных максимумов и минимумов. Принципы исключения инструментальной ширины и инструментального профиля: методы аппроксимации, интерполяции, метод гармонического анализа рядов Фурье (метод Стокса). Возможности расчета распределения кристаллитов по размерам. Возможности оценки формы кристаллитов. Влияние микронапряжений на профиль дифракционного максимума. Методы учета уширения и оценки дисперсности при наличии нескольких факторов (дисперсность и уширение). Влияние неоднородности состава на уширение дифракционных максимумов. Рентгенография аморфных материалов. Рассеяние рентгеновских лучей аморфными веществами и ультрадисперсными материалами. Понятие о функции радиального распределения атомов (ФРРА). Методы расчета ФРРА. Использование метода ФРРА для исследования структуры вещества. Малоугловое рентгеновское рассеяние. Малоугловое рентгеновское рассеяние. Причины возникновения малоуглового рассеяния, понятие контраста. Определение основных параметров ультрадисперсных частиц (размер, форма). Полидисперсные системы, методы расчета функций распределения частиц по размерам. Мономодальные и полимодальные распределения. Определение удельной поверхности дисперсных материалов. Фрактальные агрегаты. Взаимосвязь методов широко- и малоугловой рентгенографии.</p>
--	--

Программа повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов» представлена в сети Интернет (сайт КемГУ): <http://addedu.kemsu.ru/Documents/Programs>

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

#### 3.1. Сведения о профессорско-преподавательском составе, необходимом для реализации программы

Реализация программы повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов» обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю программы, практический опыт и систематически занимающимися научной и научно-методической деятельностью.

Доля преподавателей, имеющих ученую степень и (или) ученое звание, в общем числе преподавателей, обеспечивающих образовательный процесс по данной программе, составляет 100%.

Общее руководство содержанием программы повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов» осуществляется штатным научно-педагогическим работником вуза, имеющим ученую степень кандидата наук и ученое звание доцента.

### **3.2. Материально-технические условия реализации программы**

КемГУ располагает материально-технической базой, учебно-методическим обеспечением, необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения и электронной библиотечной системой.

Материально-техническая база повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов»: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (мультимедийная с выходом в интернет); учебно-научные лаборатории: «Синтеза термодинамически нестабильных материалов»; «Рентгеноструктурного анализа»; «Синтеза наноструктурированных и высокоэнергетических материалов»; «Специальных процессов разложения».

Слушателям предоставляется свободный доступ к информационным базам и сетевым источникам информации (ПК в дисплейных классах, локальная сеть, официальный сайт института фундаментальных наук, на котором размещены необходимые учебно-методические материалы). Каждый слушатель обеспечивается доступом к фондам учебных пособий; библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам («Физика твердого тела» / РАН. - СПб.: Наука - Выходит ежемесячно. - ISSN 0367-3294, «Приборы и техника эксперимента» / РАН. - М.: Наука - Выходит раз в два месяца. - ISSN 0032-8162, «Поверхность. Рентгеновские, синхронные и нейтронные исследования» / РАН. 1982 - до 1999 г. "Поверхность. Физика. Химия. Механика". - Выходит ежемесячно. - ISSN 0207-3528, «Журнал прикладной спектроскопии» / АН Белоруссии, Ин-т физики им. Степанова. - Минск: Наука и техника - Выходит ежемес. - ISSN 0514-7506) и базам данных, к методическим пособиям. Используется арсенал различной вычислительной техники и программного обеспечения, необходимый для решения индивидуальных задач.

Каждый слушатель в течение всего периода обучения обеспечивается:

- доступом к электронно-библиотечным системам, содержащим (в основном) все издания основной литературы, перечисленные в программе, сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями и обеспечивающим возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории образовательной организации, так и вне ее;

- доступом к библиотечному фонду университета, укомплектованному печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из

изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Для расширения коммуникационных возможностей при использовании электронных изданий во время самостоятельной подготовки каждый слушатель имеет возможность работать в компьютерных классах с соответствующим программным обеспечением из расчета не менее четырех часов в неделю на каждого слушателя.

Чтение лекций по дисциплинам учебного плана проводится в лекционном зале, обеспеченном мультимедийными средствами (презентационная лекционная часть доступна обучающимся в локальной сети). Для проведения лекционных занятий используются аудитории на 60 мест, для проведения практических занятий – аудитории на 30 мест.

Аудитории оборудованы современной компьютерной техникой: проектор, экран для воспроизведения информации, колонки для воспроизведения звука; программа для просмотра видео-файлов; система видеомонтажа и др. Компьютер с минимальными системными требованиями: процессор: 1500 MHz и выше. Оперативная память: 512 Мб и выше. Другие устройства: звуковая карта, колонки и/или наушники. Устройство для чтения DVD-дисков.

Практические работы проводятся в учебно-научных лабораториях Института фундаментальных наук, оснащенных современным сертифицированным научным оборудованием: установками по малоугловому рассеянию рентгеновского излучения: рентгеновские дифрактометры ДРОН-2, ДРОН-3, КРМ; для электрофизических измерений АЛА-ТОО; по изучению электропроводности и магнитных свойств (Сорбтометр-М) материалов; электронные микроскопы НЕОФОТ-21, Биолам; спектрофотометр; спектроскопы; термостат и т.д.

Самостоятельная работа проводится в компьютерном классе отделения физики и химии Института фундаментальных наук, оснащенном компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду КемГУ (в том числе депозитарий информационно-образовательных ресурсов КемГУ) и в электронно-библиотечные системы "УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН", "ЛАНЬ".

### **3.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по программе**

1. Браузер (Google Chrome/ Opera/ Firefox/ Internet Explorer или др.).
2. Операционная система (при наличии любое из: Windows/ Linux/ Windows HPC Server или др.).
3. Пакет программ для расчетов (Калькулятор (при наличии любое из: Mathematica/ Design Science MathType/ AutoCAD/ MatLAB/ Statistica/ Maple 14/ Mathcad или др.)).

4. Программа для чтения, создания и редактирования документов (Acrobat Reader/ OpenOffice/ LibreOffice/ Acrobat Reader DC/ PowerPointViewer/ WinDjView (при наличие любое из: Microsoft Office/ Acrobat Professional, или др.)).

5. Специализированное программное обеспечение для химиков: Cambridgesoft ChemBioOffice 2010.

6. Антивирусная программа Kaspersky Antivirus 6.0 / Kaspersky Internet Security 10.

### 3.4. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Газенаур, Е.Г. Методы исследования материалов. [Электронный ресурс] / Е.Г. Газенаур, Л.В. Кузьмина, В.И. Крашенинин. — Электрон. дан. — Кемерово: КемГУ, 2013. — 336 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/44317>

2. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение [Электронный ресурс] : сб. науч. тр. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 607 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94144>.

3. Лебухов, В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс]: учеб. / В.И. Лебухов, А.И. Окара, Л.П. Павлюченкова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4543>.

4. Газенаур, Е.Г. Материаловедение: электронный спецпрактикум [Электронный ресурс] / Е.Г. Газенаур. — Электрон. дан. — Кемерово: КемГУ, 2014. — 106 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69975>.

5. Драго, Русселл. Физические методы в химии [Текст]. Т. 2 / Р. Драго; ред. О. А. Реутов; пер. А. А. Соловьянов, 1981. - 456 с.

6. Драго, Русселл. Физические методы в химии [Текст]. Т. 1 / Р. Драго; ред. О. А. Реутов; пер. А. А. Соловьянов, 1981. - 422 с.

7. Вилков, Л. В. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия [Текст]: учебник / Л. В. Вилков, Ю. А. Пентин, 1987. - 367 с.

8. Кузяков, Ю. Я. Методы спектрального анализа [Текст]: учебное пособие для хим. спец. ун-тов / Ю. Я. Кузяков, К. А. Семенов, Н. Б. Зоров, 1990. - 213 с.

9. Фистуль, В.И. Физика и химия твердого тела: Учебник для ВУЗов. Т. 1, 2. / В.И. Фистуль. М.: Металлургия. 1995. - 319 с.

10. Новицкий, П. В. Оценка погрешностей результатов измерений / П. В. Новицкий, И. А. Зограф. Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 141 с.

11. Гоулдстейн, Дж. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. Кн. 1. / Дж. Гоулдстейн, Д. Ньюбери, П. Эчлин, Д. Джой, Ч. Фиори, Э. Лифшин. Пер. с англ. - М.: Мир, 1984. – 303 с.

12. Смит, А.Л. Прикладная спектроскопия: основы, техника,

- аналитическое применение. / А.Л. Смит. - М.: Мир, 1982. - 327 с.
13. Пул, Ч. Техника ЭПР-спектроскопии. / Ч. Пул. - М.: Мир, 1981. - 287 с.
14. Порай-Кошиц, М.А. Основы структурного анализа неорганических соединений. / М.А. Порай-Кошиц - М.: Высш. шк., 1989. -191 с.
15. Методы анализа поверхностей. Под редакцией А. Зайдерны. Пер. с англ. М., Мир. 1979. - 582 с.
16. Левшин, Л. В. Люминесценция и ее измерения: Молекулярная люминесценция / Л. В. Левшин, А. М. Салецкий. М.: Изд-во МГУ, 1989. – 272 с.
17. Кузяков, Ю. Я. Методы спектрального анализа: учебное пособие для хим. спец. ун-тов / Ю. Я. Кузяков, К. А. Семенов, Н. Б. Зоров, 1990. – 213 с.
18. Суздаев, И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, структур, материалов. / И.П. Суздаев. - М.: КомКнига, 2005. - 123 с.
19. Энгель, Л. Растровая электронная микроскопия. Справочник. / Л. Энгель, Л. Г. Клингель.– М.: «Металлургия». – 1986. - 200 с.
20. Родзевич, А.П. Методы контроля и анализа веществ: учебное пособие / А.П. Родзевич, Е.Г. Газенаур. - Томск: Изд-во ТПУ, 2008 - 144 с.
21. Методы исследования структуры твердых тел: учеб. пособие / Ю.М. Басалаев, В.Г. Додонов, А.С. Поплавной. – Томск: изд. Томского госпедуниверситета, 2008. – 136 с.

### **3.5. Перечень технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по программе**

1. Лекции с применением слайд-презентаций.
2. Проверка индивидуальных заданий и консультирование посредством электронной почты.

В качестве контрольно-измерительных материалов используются тесты по разделам, ситуационные задания по практическим работам, а также вопросы по основным темам разделов программы для самостоятельной подготовки слушателей.

Для эффективной реализации целей и задач настоящей программы профессиональной переподготовки используются следующие образовательные технологии и методы обучения:

<b>Вид занятия</b>	<b>Технология</b>	<b>Цель</b>	<b>Формы и методы обучения</b>
1	2	3	4
Лекции	Технология проблемного обучения	Усвоение теоретических знаний, возможности их практического применения в	Мультимедийные лекция-объяснение, лекция-визуализация, с привлечением формы тематической дискуссии,



		профессиональной деятельности	беседы, анализа конкретных ситуаций
Практические индивидуальные работы	Технология проблемного, модульного, дифференцированного и активного обучения, деловой игры	Обеспечение индивидуального подхода с учетом базовой подготовки. Обеспечение лично-стно деятельного характера усвоения знаний, приобретения навыков, умений.	Инновационные интерактивные методы в обучении: использование off-line (электронная почта) для обмена информацией, консультаций с преподавателем, работа с электронными пособиями, возможность самотестирования. Постановка проблемных познавательных задач. Методы активного обучения: «круглый стол», игровое производственное проектирование, анализ конкретных ситуаций.
Самостоятельная работа	Технологии концентрированного, модульного, дифференцированного обучения	Развитие познавательной самостоятельности, обеспечение гибкости обучения, развитие навыков работы с различными источниками информации.	Индивидуальные, групповые, интерактивные (в режимах on-line и off-line).

Групповая дискуссия используется для: выработки разнообразных решений в условиях неопределенности или спорности обсуждаемого вопроса; мотивации участия и побуждения каждого присутствующего к детальному выражению мыслей; стимуляции слушателей и т.д.

Дидактический тест – специально организованный набор заданий, позволяющий осуществить все наиболее важные функции процесса обучения. Тестовый контроль имеет значительные преимущества перед другими формами контроля, обеспечивая проверку знаний большого количества слушателей одновременно, создавая равные условия для всех тестируемых, занимая незначительное количество времени преподавателя и слушателей и, обеспечивая возможность контроля, как качества усвоения знаний, так и процесса формирования умений и навыков, использования их на практике.

Кейс – это учебные конкретные ситуации, специально разрабатываемые на основе фактического материала с целью последующего разбора. В ходе разбора ситуаций слушатели демонстрируют умение проводить анализ и принимать решения.

### **3.6. Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение по программе инвалидов и слушателей с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Форма проведения текущей и итоговой аттестации для слушателей с ограниченными возможностями устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.); при необходимости им предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на итоговой аттестации.

## **4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

### **4.1. Общие положения**

Оценка качества освоения программы повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов» включает текущую и итоговую аттестацию слушателей.

Текущий контроль при обучении осуществляется преподавателем соответствующего раздела программы. Текущий контроль проводится в форме тестовых и ситуационных заданий. Тесты разделов обеспечивают реализацию управления процессом самообразования и самообучения на принципах обратной связи. Тест содержит группу вопросов по темам и проводится после завершения рассмотрения материала каждого из разделов программы и связанных с ним практических работ. Осуществляется контроль, как в процессе выполнения, так и по итогам защит практических работ, в соответствии с установленным графиком.

Используется балльно-рейтинговая система оценки. Балльно-рейтинговая система оценки предназначена для комплексной оценки знаний слушателей в течение всего срока обучения и ориентирована на получение объективной картины успеваемости слушателей. Общий балл складывается из результатов, полученных по формам текущего контроля и аттестационного балла, полученного в ходе итоговой аттестации. Также оценивается: способность к публичной коммуникации; навыки ведения дискуссии на профессиональные темы; владение профессиональной терминологией; способность определять и формулировать проблему; способность анализировать современное состояние науки и техники; способность ставить исследовательские задачи и выбирать пути их решения.

Основными требованиями к получению зачета по программе являются: полностью выполненный учебный план программы; выполненный практикум; правильные ответы на вопросы итогового теста и ситуационного задания билета к зачету по программе.

#### 4.2. Перечень требований к профессиональной компетентности, которыми должны овладеть слушатели в результате освоения программы

В результате освоения программы повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов» слушатели должны овладеть следующими компетенциями:

<i>Коды компетенции</i>	результаты освоения программы переподготовки <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по программе
ПК-1	Проведение работ по обработке, расчету данных и (или) анализу научно-технической информации и результатов исследований	<p><i>Знать:</i> основы методов и средств диагностики (в том числе средствами вычислительных машин и прикладных программных комплексов) для исследования, контроля и аттестации материалов; метрологические основы физико-химического анализа, возможности его автоматизации и использования ЭВМ при обработке полученных результатов; сущность физических и физико-химических методов исследования, анализа и контроля материалов; нормативную документацию в соответствующей области знаний; способы оформления результатов практических работ.</p> <p><i>Уметь:</i> использовать полученные знания основ современных методов исследования для планирования отдельных стадий проведения работ, организации исследований; анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений; оформлять результаты работ; представлять итоги выполненной работы в виде отчетов по работе; готовить документацию.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками выбора оптимального метода исследования материалов в зависимости от объекта и целей исследования для решения поставленных задач на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных.</p>
ПК-2	Управление результатами работ по обработке, расчету данных, анализу научно-технической информации и результатов исследований	<p><i>Уметь:</i> использовать полученные знания для: анализа широкого круга материалов, интерпретации, моделирования и прогноза их физико-химических свойств; формулировки выводов; контроля результатов исследований; представлять итоги выполненной работы в виде:</p>

		<p>отчетов, презентации выполненных работ с использованием современных возможностей информационных технологий; обобщать и транслировать полученные знания основ методов исследования твердых тел для: обоснования своей позиции при решении конкретных профессиональных задач; контроля правильности результатов, полученных обучающимися.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа и обобщения результатов работ; навыками решения задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач.</p>
--	--	---

### 4.3. Фонд оценочных средств для проведения аттестации обучающихся

#### 4.3.1. Паспорт фонда оценочных средств программы

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Классификация и применение методов и средств диагностики для исследования, контроля и аттестации материалов	ПК-1, ПК-2	Тест
2.	Физические и физико-химические методы исследования материалов	ПК-1, ПК-2	Тесты по основным темам раздела. Ситуационные задания.
3.	Дифракционные рентгеновские методы	ПК-1, ПК-2	Тест. Ситуационные задания.
4.	Итоговая аттестация	ПК-1, ПК-2	Итоговый тест. Ситуационное задание.

#### *Этапы формирования компетенций:*

1. Чтение курса лекций по разделам программы (формы и методы - мультимедийные лекция-объяснение, лекция-визуализация, с привлечением формы тематической дискуссии, беседы, анализа конкретных ситуаций). На лекциях формируется: способность порождать новые идеи; формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности и требующие углубленных знаний: современных методов исследования материалов, наиболее актуальных направлений исследования в современной теоретической и экспериментальной химии и физике (нанотехнологии, исследования в экстремальных условиях); понимание необходимости возникновения новых направлений (методы исследования наноразмерных функциональных материалов); опыт профессионального

участия в научных дискуссиях.

2. Проведение практических работ (формы и методы - постановка проблемных познавательных ситуационных задач, методы активного обучения: игровое производственное проектирование, анализ конкретных ситуаций). На практических занятиях, проводимых в научно-исследовательских лабораториях Института фундаментальных наук формируются: владение, как современными методами исследования, так и навыками работы на научном оборудовании; умение ориентироваться в условиях производственной деятельности и принимать нестандартные решения; владеть современными компьютерными технологиями, применяемыми в современных измерительных комплексах, а также при обработке результатов научных экспериментов. Тематика практических работ предполагает исследовательскую часть: постановку задачи, анализ подходов к ее решению и практическую часть по ее решению. При этом формируются: умение аргументировано излагать свои подходы к решению данной научной проблемы; владение адекватным понятийным аппаратом и навыками выбора методов исследования, исходя из задач конкретной работы. Защита практических работ по методам исследования проходит в виде игрового производственного проектирования.

3. Самостоятельная работа слушателей предполагает подготовку к текущему и итоговому контролю, поиск информации в сети Internet.

Форма аттестации результатов освоения программы – зачет по билетам, включающих итоговый тест и ситуационное задание по основным разделам программы.

#### **4.3.2. Описание показателей, критериев оценивания результатов итоговой аттестации, а также порядка ее проведения**

Итоговая аттестация направлена на установление соответствия уровня профессиональной подготовки слушателей программы установленным требованиям.

Целью итоговой аттестации является установление уровня подготовки слушателей и оценка сформированности компетенций к выполнению профессиональных задач. Основная задача итоговой аттестации - оценка уровня освоения основных разделов программы, определяющая профессиональную подготовленность слушателя.

Итоговая аттестация проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса по программе повышения квалификации.

Итоговая оценка по программе определяется как средняя арифметическая рейтинговой оценки по трем разделам программы и оценки итоговой аттестации.

Итоговая аттестация проводится по билетам (пример билета к зачету см. в приложении 1), включающим, помимо итогового теста, ситуационные задания. Количество частей контрольного задания в билете к зачету по

программе повышения квалификации «Физические и физико-химические методы анализа и контроля материалов» – 2 (итоговый тест, ситуационная задача для проверки сформированности практических умений и навыков). Общее количество заданий в итоговом тесте – 10.

Слушателям дается возможность выбрать один билет к зачету из предложенных.

Основными требованиями к получению зачета по программе являются: полностью выполненный учебный план программы повышения квалификации (представленный выше); выполненный практикум; правильные ответы на вопросы тестов по разделам программы.

Рейтинговая суммарная оценка складывается из рейтинговых оценок тестовых заданий по разделам программы по 5-балльной шкале.

Ниже приведена таблица с баллами по видам деятельности, требования к пороговым значениям достижений по видам деятельности, текущие и аттестационные баллы (см. таблицы 1,2).

Таблица 1.

Балльная система оценки по видам деятельности

№	Вид деятельности	Максимальный балл	Количество
1	Тест по итогам раздела, основных тем раздела	5	12
2	Итоговый тест билета к зачету	20	1
3	Ситуационная задача билета к зачету	20	1

*Оценивание ситуационной задачи* (применение теоретического материала по программе при решении практикоориентированных задач) *путем заслушивания принимающим зачет ответов на ситуационную задачу:*

20 баллов ставится: слушатель продемонстрировал результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности для решения поставленной задачи. Слушатель способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий. При ответе на дополнительные вопросы слушатель способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения, демонстрирует способность оценивать значимость полученного результата, предлагает различные пути решения предложенной задачи.

18 баллов ставится: слушатель продемонстрировал результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности для решения поставленной задачи. Способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий, дает ответы на дополнительные вопросы по ситуационной задаче.

16 баллов ставится: слушатель решает предложенную задачу по образцу, демонстрирует понимание задачи, дает ответы на дополнительные вопросы по ситуационной задаче.

14 баллов ставится: слушатель решает предложенную задачу по образцу, демонстрирует понимание задачи, дает ответы на большинство дополнительных вопросов по ситуационной задаче.

12 баллов ставится: слушатель пытается решить предложенную задачу по образцу, демонстрирует понимание задачи, ответы на дополнительные вопросы по ситуационной задаче поверхностны.

10 баллов ставится: слушатель демонстрирует понимание задачи, воспроизводит термины, методы и процедуры, основные понятия, правила и принципы; ответы на дополнительные вопросы по ситуационной задаче поверхностны.

8 баллов ставится: слушатель демонстрирует небольшое понимание задачи, большинство требований, предъявляемых к заданию, не выполнены. Ответы на дополнительные вопросы по ситуационной задаче поверхностны.

6 балла ставится: слушатель демонстрирует небольшое понимание задачи, большинство требований, предъявляемых к заданию, не выполнены. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студент не овладел необходимой системой знаний по дисциплине.

4 балла ставится: слушатель демонстрирует небольшое понимание задачи, требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. Нет ответа на дополнительные вопросы по ситуационной задаче.

2 балла ставится: слушатель демонстрирует непонимание задания, сути задачи. Требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. Нет ответа на дополнительные вопросы по ситуационной задаче.

0 баллов ставится: обучающийся не приступал к решению задачи, не выполнил и/или не защитил в установленные сроки предусмотренные практические работы, отказывается отвечать или не явился.

<i>Оценивание ответа на вопросы итогового теста из 10 заданий (каждое оценивается в 2 балл)</i>	
17-20	ставится при правильном выполнении не менее 8 заданий
14-16	ставится при правильном выполнении от 7 до 8 заданий
10-13	ставится при правильном выполнении не менее 5 заданий
0-9	ставится при правильном выполнении от 0 до 4 заданий

Таблица 2.  
Максимальные баллы по дисциплине

Максимальный текущий балл	Максимальный аттестационный балл
60	40

### 4.3.3. Типовые контрольные задания или иные материалы

#### 4.3.3.1. Тесты

##### *а) типовые задания (темы)*

Набор тестовых заданий является обязательным компонентом настоящей программы и включает вопросы по всем разделам программы:

1. Метрология химического анализа.
2. Основные погрешности анализа, принципы обработки результатов измерений.
3. Спектральные методы анализа.
4. ИК-спектроскопия.
5. КР-спектроскопия.
6. Спектроскопия ЭПР.
7. ЯМР спектроскопия.
8. Классификация спектроскопических методов. Основные способы определения концентрации в спектроскопических методах.
9. Эмиссионный спектральный анализ.
10. Атомно-абсорбционный анализ.
11. Методы атомной рентгеновской спектроскопии.
12. Методы молекулярной оптической спектроскопии.
13. Колориметрия. Фотоэлектроколориметрия.
14. Спектрофотометрия.
15. Молекулярная люминесцентная спектроскопия.
16. Флуоресценция и фосфоресценция.
17. Масс-спектрометрия.
18. Возможности дериватографии и масс-спектропии при изучении наноразмерных структур.
19. Оптическая микроскопия.
20. Электронная микроскопия.
21. Просвечивающая электронная микроскопия.
22. Растровая электронная микроскопия.
23. Рентгеноструктурный анализ.
24. Рентгенофазовый анализ.
25. Рентгеноспектральный анализ.
26. Методы исследования низкоразмерных материалов.
27. Возможности дериватографии и масс-спектропии при изучении низкоразмерных материалов.
28. Методы радиоспектропии и гамма-резонанса при изучении наноразмерных соединений.
29. Основы рентгенофлуоресцентной спектроскопии.
30. Термический анализ.
31. Термогравиметрический анализ.
32. Дифференциальный термический анализ.
33. Методы исследования электрических свойств материалов.
34. Электрофизические методы исследования.



35. Методы исследования магнитных свойств материалов.
36. Оптические и электронные свойства наноструктур.
37. Магнитные свойства наноструктур.
38. Перспективы развития методов исследования функциональных материалов

Примерные тестовые задания представлены в приложении 2.

*б) критерии оценивания компетенций (результатов)*

- по пятибалльной системе промежуточных и итогового тестов.

*а) описание шкалы оценивания тестовых заданий:*

- оценка «отлично» ставится при правильном ответе на вопросы промежуточных и итогового тестов.

- оценка «хорошо» ставится при освоении, не менее чем на 80%, теоретического материала; правильном ответе на большинство вопросов промежуточных и итогового тестов.

- оценка «удовлетворительно» ставится при освоении, не менее чем на 60%, теоретического материала; ответе не менее чем на 60% вопросов промежуточных и итогового тестов.

- оценка «неудовлетворительно» ставится при неправильном ответе более, чем на 50% вопросов промежуточных и итогового тестов, либо их невыполнении в установленные учебным планом сроки освоения программы.

#### **4.3.3.2. Ситуационные задания**

*а) типовые ситуационные задания, содержание практикума:*

Дисперсионный анализ микрокристаллов неорганических солей.

Фотолюминесценция твердых тел (стандартный люминофор, азид серебра).

Исследование электрических свойств функциональных материалов. Электропроводность полупроводниковых материалов и низкоразмерных частиц металлов.

Измерение удельной электропроводности скомпактированных давлением наноразмерных порошков кобальта и никеля при различных температурах.

Расчет распределения по размерам методом малоуглового рассеяния рентгеновских лучей.

Изучение низкоразмерных частиц металлов методом малоуглового рентгеновского рассеяния.

Исследование дислокационной структуры твердых тел (метод порошковых фигур, метод избирательного травления).

Примеры ситуационных заданий представлены в приложении 3.

Цель ситуационных заданий – осознать и зафиксировать профессиональные знания, умения и навыки, компетенции, полученные слушателем при выполнении практических работ в процессе освоения программы.

Выполнение ситуационных заданий способствует закреплению и углублению теоретических знаний, полученных слушателем в ходе самостоятельной работы, например:

1. Перечислите известные Вам методы анализа материалов.
2. Сформулируйте основной закон светопоглощения, перечислите причины отклонения от него.
3. Нарисуйте блок-схемы атомно-абсорбционных и эмиссионных спектрометров.
4. Перечислите основные стадии рентгеноспектрального анализа.
5. В чем заключаются преимущества рентгенофлуоресцентного анализа по сравнению с обычным атомно-эмиссионным методом?
6. Что представляют собой три основные системы рентгеновского микронного анализатора?
7. Поверхности каких материалов можно анализировать с помощью РФЭС?
8. Почему количественный анализ поверхности твердого тела в основном проводят расчетными методами?
9. Назовите основные методы регистрации масс-спектра и обработки данных анализа.
10. Расшифруйте предложенные экспериментальные данные, полученные при атомно-эмиссионном спектральном анализе.
11. Расшифруйте предложенные экспериментальные данные, полученные при элементном анализе материалов рентгенофлуоресцентным методом.
12. Рассчитайте параметры кристаллической решетки на основе анализа дифракционных углов по данным рентгенограмм.
13. В некоторых промышленных ЭПР спектрометрах используется микроволновое 8 мм излучение. Какое магнитное поле необходимо в этом случае, чтобы ввести электронный спин в резонанс?
14. Медь кристаллизуется в ГЦК решетку со стороной 361 пм. Предскажите вид дифракционной картины ее порошка при использовании рентгеновских лучей с длиной волны 154 пм.
15. Оцените размеры предложенных кристаллитов по уширению дифракционных линий в рентгеновских лучах.
16. На основании полученных экспериментальных данных, определите содержание заданных элементов в исследуемых образцах (использование метода калибровочного графика).
17. Нарисуйте оптическую схему квантометра и объясните, как используется этот прибор для анализа материалов.
18. Интерпретируйте экспериментальный спектр ЯМР, снятый на частоте 60 МГц. Какие изменения произойдут, если спектр будет снят на 300 МГц?
19. Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?
20. Как рассчитывают удельную поверхность ультрадисперсных порошков металлов по данным растровой электронной микроскопии?

*б) критерии оценивания компетенций (результатов).*

- оценка ситуационных заданий по практическим работам - по системе «зачтено», «не зачтено»

#### **4.3.3.3. Устный опрос, как вид контроля и метод оценивания формируемых умений, навыков и компетенций (как и качества их формирования) в рамках такой формы как собеседование**

##### *а) критерии оценивания компетенций (результатов)*

Собеседование – оценочное средство, организованное как беседа преподавателя со слушателем на темы, связанные с выполнением программы повышения квалификации на разных этапах ее прохождения, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Примеры вопросов по разделам дисциплины представлены в приложении 3.

Критериями оценки ответа при собеседовании являются:

- качество ответа (общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция);

- ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность.

##### *б) описание шкалы оценивания*

- ответы на вопросы полные с приведением примеров и/или пояснений;

- ответы на вопросы полные и/или частично полные;

- ответы только на элементарные вопросы;

- нет ответа.

Составитель программы

Газенаур Е.Г., доцент кафедры химии твердого тела и химического материаловедения  
института фундаментальных наук

---

(фамилия, инициалы и должность преподавателя (лей))

**Приложение 1.**  
**Пример билета к зачетному занятию по программе**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кемеровский государственный университет»  
Институт образования

Программа повышения квалификации  
«Физические и физико-химические методы анализа и контроля  
материалов»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_/ Р.М. Котов /  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 г.

**Билет к зачетному занятию**

1. Итоговый тест № 1.
4. Ситуационная задача №1.

**Пример итогового теста**

**Тест №1**

- 1. Тонкая структура возникает в спектрах ЭПР ионов...**
  - а) содержащих один неспаренный электрон
  - б) все электроны в которых спарены
  - в) содержащих несколько неспаренных электронов
  - г) любых
- 2. С помощью относительного стандартного отклонения характеризуют**
  - а) Правильность
  - б) Селективность
  - в) Воспроизводимость
  - г) Чувствительность
- 3. По известному набору интенсивностей в дифракционном анализе можно определить**
  - а) геометрию решетки
  - б) координаты атомов
  - в) несовершенство кристаллов

**4. Термические методы анализа изучают**

- а) свойства вещества при нагревании или охлаждении
- б) строение вещества при нагревании охлаждении;
- в) способы измерения температуры в процессе нагревания охлаждения.

**5. Пики на дифференциальной термогравиметрической кривой (ДТГ) соответствуют:**

- а) максимальной потере массе;
- б) максимальной температуре реакции;
- в) максимальной скорости изменения массы.

**6. С помощью относительного стандартного отклонения характеризуют**

- А) Правильность
- Б) Селективность
- В) Воспроизводимость
- Г) Чувствительность

**7. Дифракция рентгеновских лучей возникает в результате взаимодействия**

- а) рентгеновского излучения с электронами вещества
- б) рентгеновского излучения с решеткой кристалла
- в) рентгеновского излучения с ионами вещества

**8. Дериватографический анализ основан на**

- а) одновременном измерении массы и энтальпии анализируемого материала в процессе нагревания
- б) измерении теплоемкости в процессе охлаждения
- в) измерении количества теплоты, выделяющейся или поглощающейся в каком-либо физическом, химическом или биологическом процессе

**9. Результаты измерений лучше у того экспериментатора, у кого, меньше расчетное значение**

- а) относительной погрешности
- б) абсолютной погрешности

**10. В спектроскопии ЯМР используется излучение диапазона**

- а) рентгеновского
- б) ультрафиолетового
- в) радиодиапазона
- г) видимого

**11. Наиболее пригодные методы для анализа магнитной структуры**

- а) Дифракции электронов
- б) Дифракции рентгеновских лучей
- в) Дифракции нейтронов

**Приложение 2.**  
**Пример тестовых заданий по разделам программы**

**Тестовые вопросы по теме**  
**Термические методы анализа**

1. Термические методы анализа изучают:
  - a. свойства вещества при нагревании или охлаждении
  - b. строение вещества при нагревании охлаждении;
  - c. способы измерения температуры в процессе нагревания охлаждения.
2. В ходе термического анализа методами ДТА и ДСК исследуются:
  - a. физические свойства;
  - b. термические эффекты физических и химических процессов;
  - c. химические свойства.
3. Методом ТГА изучаются процессы:
  - a. изменение теплоемкости;
  - b. изменения температуры;
  - c. изменения массы.
4. Методом дилатометрии регистрируется:
  - a. изменения размеров;
  - b. тепловые эффекты;
  - c. объемы газов.
5. Для химического анализа, выделяющихся в процессе термического анализа газов, целесообразно термический анализатор совместить с:
  - a. масс-спектрометром;
  - b. газовым хроматографом;
  - c. ИК-Фурье спектрометром.
6. Дериватографический анализ основан на:
  - a. одновременном измерении массы и энтальпии анализируемого материала в процессе нагревания;
  - b. измерении теплоемкости в процессе охлаждения;
  - c. измерении количества теплоты, выделяющейся или поглощающейся в каком-либо физическом, химическом или биологическом процессе.
7. В качестве образца сравнения используются:
  - a. любые вещества;
  - b. термически инертные в исследуемом температурном интервале вещества;
  - c. вещества с известной теплотой фазовых переходов.
8. ДСК предусматривает:
  - a. измерение тепловой энергии;
  - b. измерение изменения тепловой энергии;
  - c. повторение измерений ДТА.

9. ДТГ основан на:
- a. непрерывной регистрации изменения массы образца в зависимости от времени или температуры в соответствии с выбранной температурной программой в заданной газовой атмосфере;
  - b. непрерывной регистрации массы образца в зависимости от времени или температуры в соответствии с выбранной температурной программой в заданной газовой атмосфере;
  - c. непрерывной регистрации температуры образца в зависимости от массы в соответствии с выбранной температурной программой в заданной газовой атмосфере.
10. Пики на дифференциальной термогравиметрической кривой (ДТГ) соответствуют:
- a. максимальной потере массе;
  - b. максимальной температуре реакции;
  - c. максимальной скорости изменения массы.
11. С помощью ТГА можно изучать процессы:
- a. разложения, окисления, испарения, возгонки;
  - b. перекристаллизации;
  - c. плавления.
12. Экзотермические эффекты проходят:
- a. с выделением тепла;
  - b. с поглощением тепла;
  - c. без изменений теплоты.

### Приложение 3. Примеры ситуационных заданий

#### Ситуационная задача №1.

Инструкция: ОЗНАКОМЬТЕСЬ С СИТУАЦИЕЙ, РЕШИТЕ ЕЕ, С ДЕМОНСТРАЦИЕЙ ОТЧЕТА ПО РАНЕЕ ВЫПОЛНЕННОЙ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ И ДАЙТЕ РАЗВЕРНУТЫЕ ОТВЕТЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

**Основная часть:** дисперсионный анализ микрокристаллов неорганических солей. Изучение дисперсионного состава мелкокристаллического хлорида натрия с помощью оптического микроскопа. По полученным в ходе выполнения работы фотографиям оценить размеры и степень однородности микрокристаллов.

#### Ситуационная задача №2.

Инструкция: ОЗНАКОМЬТЕСЬ С СИТУАЦИЕЙ, РЕШИТЕ ЕЕ, С ДЕМОНСТРАЦИЕЙ ОТЧЕТА ПО РАНЕЕ ВЫПОЛНЕННОЙ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ И ДАЙТЕ РАЗВЕРНУТЫЕ ОТВЕТЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

**Основная часть:** проведение качественного и количественного анализа по спектрам люминесценции стандартного люминофора. По виду спектров люминесценции можно судить о присутствии того или иного вещества в пробе (анализируемом образце). Провести количественный люминесцентный анализ (на чем основан, какую информацию дает). По спектру определить длины волн для возбуждения и люминесценции.

#### Ситуационная задача №3.

Инструкция: ОЗНАКОМЬТЕСЬ С СИТУАЦИЕЙ, РЕШИТЕ ЕЕ, С ДЕМОНСТРАЦИЕЙ ОТЧЕТА ПО РАНЕЕ ВЫПОЛНЕННОЙ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ И ДАЙТЕ РАЗВЕРНУТЫЕ ОТВЕТЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

**Основная часть:** изучение влияния фотохимической реакции разложения на низкотемпературную фотолюминесценцию азида серебра. По виду спектров люминесценции можно судить о присутствии того или иного вещества в пробе (анализируемом образце). Провести количественный люминесцентный анализ (на чем основан, какую информацию дает). По спектру определить длины волн для возбуждения и люминесценции. Построить график накопления продуктов разложения в виде зависимости фототока ФЭУ от времени экспозиции.

#### Ситуационная задача №4.

Инструкция: ОЗНАКОМЬТЕСЬ С СИТУАЦИЕЙ, РЕШИТЕ ЕЕ, С



ДЕМОНСТРАЦИЕЙ ОТЧЕТА ПО РАНЕЕ ВЫПОЛНЕННОЙ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ И ДАЙТЕ РАЗВЕРНУТЫЕ ОТВЕТЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

**Основная часть:** изучение топографии поверхности и фазового контраста наноразмерных образцов методом АСМ. По полученным в ходе лабораторной работы изображениям исследуемого образца провести определение размера и формы исследуемых частиц.

#### **Ситуационная задача №5.**

Инструкция: ОЗНАКОМЬТЕСЬ С СИТУАЦИЕЙ, РЕШИТЕ ЕЕ, С ДЕМОНСТРАЦИЕЙ ОТЧЕТА ПО РАНЕЕ ВЫПОЛНЕННОЙ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ И ДАЙТЕ РАЗВЕРНУТЫЕ ОТВЕТЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

**Основная часть:** изучение зависимости удельного сопротивления компактов, изготовленных из ультрадисперсных порошков кобальта (Co) и никеля (Ni) от температуры. По полученным в ходе лабораторной работы (ход работы, аппаратура, условия проведения) сопротивлениям образца, вычислить его удельное сопротивление. По вычисленным значениям построить график зависимости удельного сопротивления скомпактированных давлением наноразмерных порошков кобальта и никеля от температуры.

#### **Вопросы к ситуационной задаче по разделам программы, дополнительные вопросы билета к зачетному занятию, содержащие практикоориентированные компоненты для проверки сформированности компетенций**

1. Сформулируйте основной закон светопоглощения, перечислите причины отклонения от него.
2. Нарисуйте блок-схемы атомно-абсорбционных и эмиссионных спектрометров.
3. Перечислите основные стадии рентгеноспектрального анализа.
4. В чем заключаются преимущества рентгенофлуоресцентного анализа по сравнению с обычным атомно-эмиссионным методом?
5. Что представляют собой три основные системы рентгеновского микронного анализатора?
6. Поверхности каких материалов можно анализировать с помощью РФЭС?
7. Почему количественный анализ поверхности твердого тела в основном проводят расчетными методами?
8. Назовите основные методы регистрации масс-спектра и обработки данных анализа.
9. Расшифруйте данные, полученные при атомно-эмиссионном спектральном анализе.
10. Расшифруйте данные, полученные при элементном анализе материалов

- рентгенофлуоресцентным методом.
11. Рассчитайте параметры кристаллической решетки на основе анализа дифракционных углов по данным рентгенограмм.
  12. В некоторых промышленных ЭПР спектрометрах используется микроволновое 8 мм излучение. Какое магнитное поле необходимо в этом случае, чтобы ввести электронный спин в резонанс?
  13. Медь кристаллизуется в ГЦК решетку со стороной 361 пм. Предскажите вид дифракционной картины ее порошка при использовании рентгеновских лучей с длиной волны 154 пм.
  14. Оцените размеры предложенных кристаллитов по уширению дифракционных линий в рентгеновских лучах.
  15. На основании полученных экспериментальных данных, определите содержание заданных элементов в исследуемых образцах (использование метода калибровочного графика).
  16. Нарисуйте оптическую схему квантометра и объясните, как используется этот прибор для анализа материалов.
  17. Интерпретируйте экспериментальный спектр ЯМР, снятый на частоте 60 МГц. Какие изменения произойдут, если спектр будет снят на 300 МГц?
  18. Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?
  19. Как рассчитывают удельную поверхность ультрадисперсных порошков металлов по данным растровой электронной микроскопии?
  20. В чем состоит различие электропроводности проводников, полупроводников и диэлектриков с точки зрения зонной теории?
  21. Какие причины вызывают систематические и случайные ошибки анализа, грубые ошибки?
  22. Как вычислить наиболее вероятную величину  $x$ , если при  $n$  измерениях получены значения:  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ?
  23. Чем характеризуется случайная ошибка анализа?
  24. Какие величины используют для оценки точности результата анализа?
  25. Как вычислить стандартное отклонение среднего результата?
  26. Что характеризует коэффициент Стьюдента  $t_{p,f}$ ? От каких факторов зависит  $t$ -коэффициент?
  27. Чему равна статистическая надежность  $\alpha$  для серийных анализов?
  28. Что такое точность измерений?
  29. Чему равен доверительный интервал и что он характеризует?
  30. Как используют доверительный интервал для обнаружения систематической ошибки метода?
  31. Какие методы обнаружения грубых ошибок (промахов) используют в математической статистике?
  32. Что называют коэффициентом пропускания и оптической плотностью? В каких пределах изменяются эти величины?
  33. Какими уравнениями выражается основной закон светопоглощения Бугера–Ламберта–Бера?

34. Действие каких факторов может привести к нарушению линейной зависимости оптической плотности от концентрации раствора?
35. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? Какие факторы на него влияют?
36. Что называют спектром поглощения вещества, и в каких координатах его можно представить?
37. В чем сущность метода градировочного графика и каковы его особенности?
38. Какова сущность метода добавок? Как рассчитывается концентрация определяемого вещества этим методом с помощью графика?
39. В каком спектральном интервале в качестве источника света используют лампу накаливания, водородную лампу, штифт Нернста, ртутную лампу?
40. В чем сущность атомно-абсорбционного анализа? Что является аналитическим сигналом в этом методе?
41. Какие достоинства и недостатки характерны для метода атомно-абсорбционного анализа?
42. Почему величина аналитического сигнала в методе атомно-абсорбционного анализа меньше подвержена влиянию случайных колебаний в работе прибора, чем в эмиссионной спектроскопии?
43. Какие особенности имеют источники излучения в методе атомно-абсорбционного анализа?
44. Почему метод атомно-абсорбционной спектроскопии практически не используют для определения щелочных металлов?
45. Можно ли методом атомно-абсорбционной спектроскопии определить одновременно 2-3 элемента в их смеси? Что для этого необходимо?
46. Почему атомные спектры имеют линейчатый характер?
47. Каковы достоинства и недостатки средств возбуждения: а) пламени; б) электрической дуги; в) конденсированной искры; г) индуктивно-связанной плазмы?
48. Как выполняется качественный спектральный анализ?
49. На чем основаны методы количественного спектрального анализа?
50. Как зависит интенсивность спектральных линий от условий возбуждения?
51. Почему метод пламенной эмиссионной спектроскопии особенно популярен при определении щелочных и щелочноземельных металлов?
52. Основной закон, используемый для количественного анализа, и области его применения в ИК- и КР-спектроскопии.
53. Преимущества и недостатки колебательной спектроскопии при изучении структуры веществ.
54. Что называют люминесцентным излучением и какова его природа?
55. Основные закономерности люминесценции.
56. Какие виды люминесценции различают в зависимости от способа возбуждения?

57. Что такое флуоресценция?
58. Чем отличается фосфоресценция от флуоресценции?
59. Что такое квантовый выход в люминесценции и как он влияет на чувствительность анализа?
60. Как связана интенсивность флуоресценции с концентрацией?
61. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции.
62. Достоинства и недостатки люминесцентного анализа.
63. На чем основан рентгеноструктурный анализ?
64. Какие элементы определяют методом рентгеноспектрального анализа?
65. Каковы достоинства и недостатки рентгеноспектрального анализа?
66. Физические принципы РФЭС.
67. В чем сущность ядерного магнитного резонанса (ЯМР)?
68. Какие ядра обладают парамагнитными, и какие диамагнитными свойствами?
69. Как рассчитывается химический сдвиг, что он характеризует?
70. В чем сущность качественного и структурного анализа по спектрам ЯМР?
71. Какие методы количественного анализа используют в ЯМР?
72. Принципы спектроскопии электронного парамагнитного (спинового) резонанса. Условие ЭПР.
73. Достоинства и ограничения метода ЭПР.
74. Какую зависимость называют масс-спектром вещества?
75. На чем основан масс-спектрометрический анализ?
76. Какие свойства ионов приводят к их разделению в масс-спектрометре?
77. На чем основан качественный масс-спектрометрический анализ?
78. На чем основан количественный масс-спектрометрический анализ?
79. Каковы области практического применения, достоинства и недостатки масс-спектрометрического метода?
80. Как происходит разделение ионов по массам в квадрупольном анализаторе?
81. На чем основаны термические методы анализа?
82. Какие бывают виды термического анализа?
83. Какие виды измерения можно проводить с помощью термических методов анализа?
84. Какие условия надо учитывать при проведении термических методов анализа? Какие факторы влияют на результат термических методов анализа?
85. На каком явлении основан метод дифференциального термического анализа?
86. Приведите примеры процессов, протекающих с выделением тепла, с поглощением тепла.
87. Как выглядит дифференциальная термограмма для вещества, претерпевшего эндотермическое превращение; экзотермическое превращение; в отсутствие фазовых превращений?

88. Какими способами определяется температуры начала и конца пика тепловых эффектов?
89. Для чего нужен эталон при дифференциальной записи термограмм? Какие требования предъявляют к эталону?
90. Как называется прибор для съемки термограмм, его основные узлы.
91. Какое устройство используют для контроля температуры при съемке термограмм?
92. Как происходит регистрация сигнала ДТА?
93. В каких координатах записывается кривая ДТА?
94. Как влияет скорость нагрева на вид термограмм?
95. Как влияет величина навески и степень дисперсности материала на вид термограмм?
96. На каком явлении основан метод термогравиметрического анализа?
97. Что можно определить по кривой ТГ?
98. С какой целью записывают кривую ДТГ?
99. Что такое дериватография?
100. Чем отличаются кривые ДТА и ДСК?
101. На чем основаны дифракционные методы анализа?
102. Что представляет собой качественный фазовый анализ?
103. Какие сведения о структуре вещества можно получить по его дифракционной картине?
104. От чего зависит число линий на рентгенограмме?
105. Как выглядят дифракционные картина от монокристалла, поликристалла, аморфного вещества?
106. Чем отличаются дифракционные картины монокристалла и поликристалла?
107. Физические основы получения дифракционной картины от кристаллов методом Лауэ. Получаемая информация о структурном состоянии.
108. В чем сущность рентгеновского структурного анализа?
109. Каковы особенности и области применения метода МУР?
110. Перечислите основные причины ошибок при определении межплоскостных расстояний.
111. Укажите основные причины уширения узлов обратной решетки на рентгенограммах.
112. Можете ли вы на простой модели пояснить суть эффектов дифракции и возникновение интерференционной картины за объектом (твердым телом)?
113. Какие требования предъявляются к образцам для рентгеноструктурного фазового анализа?
114. Способы приготовления образцов для получения рентгенограмм.
115. Зачем производят вращение образца?
116. От чего зависит число линий на рентгенограмме?
117. Какая информация содержится в карточках из картотеки *JCPDS*?

118. Какие приборы применяют для получения изображения рельефа поверхности твердого тела?
119. Какие материалы можно исследовать методом сканирующей туннельной микроскопии?
120. Какие физические принципы лежат в основе работы метода СТМ?
121. Назовите основные компоненты сканирующего туннельного микроскопа и их назначение.
122. Какая информация может быть получена с использованием метода СТМ?
123. Какие требования предъявляются к СТМ - зондам?
124. Назовите факторы, определяющие качество СТМ - изображений, получаемых в эксперименте?
125. Какие образцы могут быть исследованы методом СТМ? (требования к образцам.)
126. Какую информацию позволяет получить метод СТМ?