

Программа утверждена на заседании
Ученого Совета химического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
Протокол № 4 от 03 июня 2015 г.

Рабочая программа дисциплины

1. Код и наименование дисциплины **Химия и физика композиционных материалов**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки 04.06.01 Химические науки. Направленность программы Физическая химия, Неорганическая химия, Химия твердого тела.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП
Вариативная часть ООП, тип дисциплины «д» - дисциплина (модуль), которую учащийся может освоить на выбор из списка предложенных (электив) и не обязательно в период обучения, отмеченный в базовом учебном плане, в течение 1 или 2 года обучения, во 2 или 3 семестре (по выбору аспиранта), предпочтительно – 2 семестр.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>УК-1</i> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>В1 (УК-1)</i> Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<i>УК-2</i> способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с ис-	<i>З1 (УК-2)</i> Знать методы научно-исследовательской деятельности

пользованием знаний в области истории и философии науки <i>ОПК-1</i> способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<i>32(ОПК-1)</i> Знать физические принципы, лежащие в основе современных физико-химических методов исследования веществ и материалов, а также возможности, достоинства и ограничения этих методов
	<i>У1 (ОПК-1)</i> Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования
	<i>У2(ОПК-1)</i> Уметь модифицировать и разрабатывать методики измерений и интерпретации данных
<i>ПК-1</i> Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.01 Неорганическая химия	<i>37 (ПК-1)</i> Знать современные методы синтетической неорганической химии, их фундаментальные основы и способы реализации
	<i>У5 (ПК-1)</i> Уметь выбирать оптимальные методы и методики синтеза для получения веществ с заданными свойствами, модифицировать методы и методики и разрабатывать новые
<i>ПК-4</i> способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.04 Физическая химия	<i>У4 (ПК-4)</i> Уметь использовать законы термодинамики для решения практических задач, в том числе, при разработке новых материалов и технологий
	<i>У5(ПК-4)</i> Уметь получать термодинамические данные, необходимые для решения задач профессиональной деятельности
<i>ПК-16</i> способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.21 Химия твердого тела	<i>37 (ПК-16)</i> Знать теоретические основы физико-химических методов, применяемых в химии твердого тела, возможности и ограничения этих методов при решении практических задач материаловедения

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении 1.

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 54 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 12 часов мероприятия текущего контроля успеваемости, 6 мероприятия промежуточной аттестации), 54 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

В специалитете или магистратуре должны быть освоены общие курсы «Физическая химия», «Коллоидная химия» и «Неорганическая химия».

8. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).

Преподавание дисциплин проводится в форме авторских курсов по программам, которые составлены на основе результатов исследований, полученных научными школами МГУ.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Раздел 1. Теоретические основы композиционных материалов	36	14	-	-	-	2	16	-	18	18
Тема 1.1 Общие сведения о композиционных материалах	4	4	-	-	-					
Тема 1.2 Межфазные взаимодействия	10	10	-	-	-					
Раздел 2. Компоненты и технологии композиционных материалов	38	16	-	-	-	2	18	-	18	18
Тема 2.1 Непрерывная фаза в композиционных материалах	8	8	-	-	-					
Тема 2.2 Дисперсная	8	8	-	-	-					

фаза в композиционных материалах										
Раздел 3. Методы анализа и контроля композиционных материалов и их компонентов	28	6	-	-	-	2	8	-	18	18
Тема 3.1. Методы характеристики композиционных материалов	4	4								
Тема 3.2. Неразрушающий контроль	2	2								
Промежуточная аттестация(зачет)	6						6			
Итого	108	36		6		6	54		54	54

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень домашних заданий. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов. Аспиранты также снабжаются инструкциями по работе с приборами, используемыми в физико-химическом анализе.

Примеры тем для рефератов:

1. Взаимодействие на границе углеродного волокна с различными типами матриц
2. Технологические особенности формования неорганических композиционных материалов
3. Технологические особенности формования полимерных композиционных материалов
4. Применение композиционных материалов в высокотемпературных условиях

5. Анализ рынка композиционных материалов в России и за рубежом
6. Стеклообразное состояние полимеров, методы исследования
7. Влияние механических характеристик связующего на прочность композита
8. Неконструкционные применения композиционных материалов
9. Применение поверхностных явлений в различных областях техники
10. Взаимосвязь поверхностной энергии с прочностными характеристиками волокна

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Soo-Jin Park, Min-Kang Seo. Interface Science and Composites, 2011, Elsevier (London).
2. Е.А.Щукин, А.В.Перцов Е.А.Амелина Коллоидная химия, 3-у изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2004.
3. D. V. Miracle, S. L. Donaldson. Composites ASM Handbook.2001, ASM International (Chicago).
4. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов, Физика твердого тела, "Высшая школа", 1985
5. F. C. Campbell. Manufacturing Processes for Advanced Composites.2003. Elsevier (London).
6. Вилков Л.В., Пентин Ю.А., Физические методы исследования в химии, М., Высшая школа, 1987.

Вспомогательная литература

Периодические научные реферируемые издания:

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):
NIST <http://www.nist.gov>

- Описание материально-технической базы.

Лекционные занятия проводятся в специально оборудованных аудиториях.

12. Язык преподавания - русский

13. Преподаватель (преподаватели).

Ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук Кепман Алексей Валерьевич, E-mail: alexkep@mail.ru, тел. +79265676936

Старший научный сотрудник, кандидат химических наук Булгаков Борис Анатольевич, E-mail: bbulgakov@gmail.com, тел. +79267997075

Младший научный сотрудник, Бабкин Александр Владимирович, ababkin@inunit.ru, +79262717190

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.
2. Вопросы для подготовки к зачету

Направленность (профиль) 02.00.01 Неорганическая химия

Прямой синтез соединений из простых веществ. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы, использования надкритического состояния. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез. Твердофазный синтез и его особенности; использование механохимической активации. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Фотохимические и электрохимические методы синтеза. Применение вакуума и высоких давлений в синтезе. Основные методы разделения и очистки веществ. Методы выращивания монокристаллов и их классификация.

Химия p-элементов. Положение p-элементов в Периодической системе. Особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Металлы, неметаллы, металлоиды среди p-элементов. Закономерности в изменении свойств во 2 и 3 периодах.

Элементы группы IIIA. Общая характеристика группы.* Особенности химии бора. Бороводороды, комплексные гидробораты, кластерные соединения бора, боразол, нитрид бора: особенности их строения и свойств. Оксид алюминия. Аллюминаты и гидроксоаллюминаты. Галогениды алюминия. Комплексные соединения алюминия. Сплавы алюминия. Алюмотермия. Амфотерность оксидов галлия, индия и таллия. Особенности химии Tl(I). Применение бора, алюминия, галлия, индия и таллия и их соединений.

Элементы группы IVA. Общая характеристика группы.* Особенности химии аллотропных модификаций углерода. Фуллерены и их производные. Нанотрубки. Карбиды металлов. Синильная кислота, цианиды, дициан. Роданостоводородная кислота и роданиды. Сероуглерод. Фреоны и их применение. Оксиды углерода. Карбонилы. Карбонаты. Оксиды кремния, германия, олова и свинца. Кварц и его полиморфные модификации. Кремниевая кислота и силикаты. Галогениды. Кремнефтористоводородная кислота. Карбид кремния. Комплексные соединения олова и свинца. Применение простых веществ и соединений элементов группы IVA. Понятие о полупроводниках. Свинцовый аккумулятор.

Методы исследования свойств веществ и материалов. Дифракционные методы исследования: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография. Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области. Колебательная спектроскопия – ИК и комбинационного рассеяния. Спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР и γ – резонансные. EXAFS-спектроскопия. Спектроскопия циркулярного дихроизма. Исследования электропроводности и магнитной восприимчивости.

Исследования дипольных моментов. Импеданс-спектроскопия. Оптическая и электронная микроскопия. Локальный рентгено-спектральный анализ.

Термогравиметрия и масс-спектрометрия. Исследование поверхности методами рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии, оже-спектроскопии и т.п.

Направленность (профиль) 02.00.04 Физическая химия

Межмолекулярные взаимодействия. Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий. Молекулярные комплексы. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Кластеры атомов и молекул. Водородная связь. Супермолекулы и супрамолекулярная химия.

Закономерности в строении молекул. Строение молекул простых и координационных неорганических соединений. Строение основных типов органических и элементоорганических соединений. Соединения включения. Полимеры и биополимеры.

Строение конденсированных фаз. Структурная классификация конденсированных фаз.

Идеальные кристаллы. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Кристаллы с неполной упорядоченностью. Доменные структуры.

Симметрия кристаллов. Кристаллографические точечные группы симметрии, типы решеток, сингонии. Понятие о пространственных группах кристаллов. Индексы кристаллографических граней.

Атомные, ионные, молекулярные и другие типы кристаллов. Цепочечные, каркасные и слоистые структуры.

Строение твердых растворов. Упорядоченные твердые растворы. Аморфные вещества. Особенности строения полимерных фаз.

Металлы и полупроводники. Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Поверхность Ферми. Различные типы проводимости. Колебания в кристаллах. Фононы.

Жидкости. Мгновенная и колебательно усреднённая структура жидкости. Ассоциаты и кластеры в жидкостях. Флуктуации и корреляционные функции. Структура простых жидкостей. Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов. Структура жидких электролитов.

Мицеллообразование и строение мицелл.

Мезофазы. Пластические кристаллы. Жидкие кристаллы (нематики, смектики, холестерики и др.).

Поверхность конденсированных фаз. Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей, структура границы раздела конденсированных фаз. Молекулы и кластеры на поверхности. Структура адсорбционных слоев.

Поверхность раздела фаз. Свободная поверхностная энергия, поверхностное натяжение, избыточные термодинамические функции поверхностного слоя. Изменение поверхностного натяжения на границе жидкость – пар в зависимости от температуры. Связь свободной поверхностной энергии с теплотой сублимации (правило Стефана), модулем упругости и другими свойствами вещества.

Эффект Ребиндера: изменение прочности и пластичности твердых тел вследствие снижения их поверхностной энергии.

Капиллярные явления. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Капиллярная конденсация. Зависимость растворимости от кривизны поверхности растворяющихся частиц (закон Гиббса – Оствальда – Фрейндлиха).

Направленность (профиль) 02.00.21 Химия твердого тела

Специфика химии твердого состояния как раздела химической науки. Общие отличия строения и свойств твердых веществ от газов и жидкостей. Классификация твердых веществ. Кристаллические твердые тела. Монокристаллическое, поликристаллическое и нанокристаллическое состояния твердых веществ. Однофазные и гетерофазные кристаллические тела. Аморфные твердые вещества. Стекла. Некристаллические наночастицы. Микро и мезопористые твердые тела. Жидкие кристаллы. Значение химии твердого состояния для материаловедения и химической технологии

Строение твердых веществ. Структура аморфных твердых тел. Функция радиального распределения. Нерегулярные плотнейшие упаковки. Описание аморфных структур в полиэдрах. Кластерная модель. Стеклообразное состояние вещества. Факторы, влияющие на стеклообразование. Кинетическая природа стеклообразования. Ближний порядок. Структурные единицы. Топология сочленения структурных единиц на примере кварцевого стекла.

Структура квазикристаллов. Несоразмерные структуры. Структура жидких кристаллов

Фазовые переходы в твердых веществах. Термодинамическая классификация фазовых переходов. Стабильные и метастабильные фазы. Несоразмерные фазы. Жидкокристаллическое состояние. Некристаллическое состояние и фазовые переходы в стеклах.

Химические реакции твердых веществ. Классификация химических гетерогенных процессов с участием твердых фаз. Термическое разложение твердых фаз с образованием продуктов в различных фазовых состояниях. Реакции твердая фаза - твердая фаза, твердая фаза - газ, твердая фаза - жидкость. Примеры. Кинетические особенности процессов в каждом случае.

Основные факторы, влияющие на реакционную способность твердых тел. Роль примесей и дефектов. Химические реакции на поверхности. Методы управления развитием процессов с участием твердых тел. Нетермические способы повышения реакционной способности твердых тел: фотохимические, радиационно-химические, механические и др.

Методы синтеза твердых веществ. Получение твердых веществ в виде тонких слоев и пленок. Получение пленок из растворов и расплавов. Жидкофазная эпитаксия. Электрохимическая кристаллизация пленок и покрытий.

Керамика. Основные закономерности и способы спекания. Способы получения твердых аморфных веществ и стекол. Методы получения твердых фаз в наноразмерном состоянии.

Методы исследования твердых веществ. Методы изучения кристаллического строения твердых тел. Дифракция рентгеновских лучей. Закон Брэгга, расчет межплоскостных расстояний. Метод порошка, научные основы и применение. Метод Гинье. Индексирование рентгенограмм. Идентификация веществ по рентгенограммам, рентгенофазовый анализ. Общие представления о структурном анализе по порошковым данным. Метод Ритвельда. Рентгенографическое исследование монокристаллов, общие представления о ходе структурного анализа. Получение структурных данных с помощью электронной и нейтронной дифракции. Особенности и возможности методов.

Другие методы изучения строения твердых веществ. Кристаллооптический анализ. Электронная микроскопия: принципы и возможности сканирующей электронной микроскопии, туннельной электронной микроскопии, электронной микроскопии высокого разрешения. Спектральные методы: колебательная спектроскопия, ИК- и КР- спектры; спектроскопия видимого излучения и УФ-спектроскопия; спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР), ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР); ядерная γ -резонансная (мессбауэровская) спектроскопия.

Методы определения химического состава. Химический элементный анализ. Рентгенофлуоресцентный анализ. Локальный рентгеноспектральный анализ, масс-спектрометрические методы, атомноэмиссионная спектроскопия.

Методы исследования поверхности. Оже-электронная спектроскопия, РФЭС, обратное резерфордское рассеяние. Методы исследования ближнего окружения атомов. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия (EXAFS, XANES).

Исследования термических свойств веществ. Термогравиметрический анализ. Дифференциально-термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия.

Методы исследования электрических и магнитных свойств.

Твердофазные материалы. Классификация твердофазных материалов по функциональным свойствам.

Тугоплавкие материалы. Оксиды, карбиды, бориды, нитриды, силициды. Композиционные материалы, их классификация и методология создания. Металлсодержащие композиционные материалы.

Аморфные материалы и стекла. Факторы, влияющие на стеклообразование. Оксидные и халькогенидные стекла. Электропроводящие стекла. Металлические стекла. Стеклокерамика. Ситаллы. Различные области применения стекол. Жидкие кристаллы.

Органические функциональные материалы. Основные типы и области применения. Биоматериалы.

(*) ПКЗ могут предлагаться в процессе индивидуального собеседования; оценка по ним учитывается как одна из составляющих общей оценки экзамена кандидатского минимума.

Основные типы контроля знаний:

- тестирование;
- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

Основной тип контроля умений и владений - практические контрольные задания (ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

Виды практических контрольных заданий:

- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;

- установление последовательности (описать алгоритм выполнения действия),
- нахождение ошибок в последовательности (определить правильный вариант последовательности действий);
- указать возможное влияние факторов на последствия реализации умения и т.д.
- задания на принятие решения в нестандартной ситуации (ситуации выбора, многоальтернативности решений, проблемной ситуации);
- задания на оценку последствий принятых решений;
- задания на оценку эффективности выполнения действия
- т.п.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Зачет проводится по билетам, включающим 3 вопроса из списка, представленного выше, в зависимости от направленности (профиля) программы (02.00.01 Неорганическая химия, 02.00.03 Физическая химия, 02.00.21 Химия твердого тела). В ходе сдачи зачета проверяется, в первую очередь, формирование «знаниевой» компоненты компетенций, перечисленных в п.5, а также сформированность умений выбирать методы исследования, адекватные поставленной задаче. Уровень знаний оценивается по шкале «зачет» или «незачет». Протокол приема зачета подписывается членами комиссии.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине Химия и физика композиционных материалов на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом используются либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА (*)
	1	2	3	4	5	
<i>B1 (УК-1) Владеть</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ПКЗ на предмет установления последовательности действий при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе
<i>Z1 (УК-2) Знать</i> методы научной исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах научной исследовательской деятельности	Неполные представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные систематические представления о методах научной исследовательской деятельности	Индивидуальное собеседование

1	2	3	4	5	6	7
32(ОПК-1) Знать -физические принципы, лежащие в основе современных физико-химических методов исследования веществ и материалов, а также возможности, достоинства и ограничения этих методов	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о физических принципах физико-химических методов исследования, недостаточные для их применения и понимания результатов	Достаточно полные, но неглубокие знания физических принципов, лежащих в основе различных физико-химических методов, не позволяющие делать самостоятельные выводы о их достоинствах и ограничениях	В целом сформированные и достаточно глубокие, но содержащие отдельные пробелы, представления о физических принципах, лежащих в основе физико-химических методов	Сформированное систематическое знание физических принципов, лежащих в основе физико-химических методов, позволяющее понимать их возможности, достоинства и ограничения	Индивидуальное собеседование
У1 (ОПК-1) Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Отсутствие умений	Фрагментарное умение подбирать методы для конкретных объектов исследования	В целом успешное, но не систематическое умение выбирать подходящие методы	Сформированное умение выбора наиболее информативных методов исследования и методик обработки данных	Сформированное умение выбирать оптимальные методы для изучения строения и свойств объектов исследования	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения действия)
У2 (ОПК-1) Уметь модифицировать и разрабатывать методики измерений и интерпретации данных	Отсутствие умений	Наличие фрагментарных навыков разработки методик измерения и обработки данных	В целом успешное, но не систематическое умение модифицировать методики измерения методом проб и ошибок	Наличие отдельных затруднений в оптимизации методик измерения и интерпретации данных и разработке новых методик	Сформированное умение совершенствовать экспериментальные методики и создавать новые	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения дейст-

						вия)
37 (ПК-1) Знать современные методы синтетической неорганической химии, их фундаментальные основы и способы реализации	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных синтетических методах и их научных основах	Содержащие пробы представления о современных синтетических методах, несистематические знания их фундаментальных основ	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современных синтетических методах, способах их реализации и о их фундаментальных основах	Сформированное систематическое знание современных синтетических методов и способов их реализации, понимание их фундаментальных основ	Индивидуальное собеседование
У5 (ПК-1) Уметь выбирать оптимальные методы и методики синтеза для получения веществ с заданными свойствами, модифицировать методы и методики и разрабатывать новые	Отсутствие умений	Фрагментарное умение подбирать методы и методики, отсутствие умения модифицировать их и оптимизировать процедуру синтеза	В целом успешное, но не систематическое умение выбирать оптимальные методики, умение модифицировать их методом проб и ошибок	Сформированное умение выбора оптимальных методов и методик, умение модифицировать методы и методики, но наличие затруднений в разработке новых синтетических подходов	Хорошо развитое умение выбирать, использовать, оптимизировать, модифицировать и разрабатывать новые синтетические методики и методы	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения действия)
У4 (ПК-4) Уметь использовать законы термодинамики для решения практических задач, в том числе, при разработке новых мате-	Отсутствие умений	Наличие фрагментарных навыков использовать законы термодинамики для решения конкретных практических задач: затруднения в выборе последова-	Частично сформированное, но не систематическое умение использовать законы термодинамики для решения практических задач: уме-	В целом успешно сформированное умение использовать законы термодинамики для решения практических задач: умение	Сформированное умение использовать законы термодинамики для решения практических задач: умение выбрать верную последо-	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполне-

риалов и технологий		тельности действий	ние выбрать верную последовательность действий, но наличие затруднений в доведении ее до конкретного вывода	выбрать верную последовательность действий и довести ее до конкретного вывода при наличии несущественных ошибок в ходе решения задачи	вательность действий и довести ее до конкретного вывода	ния действия)
У5 (ПК-4) Уметь получать термодинамические данные, необходимые для решения задач профессиональной деятельности	Отсутствие умений	Наличие фрагментарных экспериментальных навыков получения термодинамических данных, необходимых для решения задач профессиональной деятельности	Частично сформированное, но не систематическое умение получать термодинамические данные с использованием экспериментальных или расчетно-теоретических методов	В целом успешно сформированное умение получать термодинамические данные с использованием экспериментальных или расчетно-теоретических методов	Сформированное умение получать термодинамические данные, необходимые для решения задач профессиональной деятельности, с использованием экспериментальных или расчетно-теоретических методов	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения действия)
37 (ПК-16) Знать теоретические основы физико-химических методов, применяемых в химии твердого тела, возможности и ограничения этих	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о теоретических основах физико-химических методов исследования, об их применимости в материаловедении	Частичные, недостаточно систематизированные представления о теоретических основах физико-химических методов исследования и их возможностях	Систематические, но имеющие некоторые пробелы знания о основах и областях применения физико-химических методов исследо-	Полностью сформированные представления о теоретических основах, возможностях и ограничениях физико-химических методов исследования	Индивидуальное собеседование

методов при решении практических задач материаловедения			при решении практических задач материаловедения	вания в практическом материаловедении	в практическом материаловедении	
---	--	--	---	---------------------------------------	---------------------------------	--