

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 10.09.2026 10:01:04
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322727



МИНОБРАЗОВАНИЯ России

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и
нанокластеры,
по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 1 из 28

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Наноструктуры и нанокластеры**

Направление подготовки (специальность)
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)
Фундаментальная и прикладная химия

Присваиваемая квалификация
Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения
очная

Год набора 2026

Челябинск, 2026 г.

Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27 сентября 2022 №573-1

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.

 МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 3 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки (специальности): 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль): Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина: Наноструктуры и нанокластеры

Семестр(ы) изучения: 8

Форма (ы) промежуточной аттестации: зачет

2. Перечень формируемых компетенций

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Наноструктуры и нанокластеры»

направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы его отдельных стадий. ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленных задач, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Знать: - классификацию наноматериалов. - методы получения нанокластеров и наноструктур. - методы исследования наноматериалов. Уметь: - описать свойства нанокластеров в соответствии с имеющимися моделями. Владеть: - навыками расчета свойств получаемых нанокластеров и наноструктур.

 МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2 Способность проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии или смежных наук	ПК-2.1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных. ПК-2.2. Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).	Знать: - основные классы наноразмерных систем, их свойства и области применения. Уметь: - анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования. Владеть: - практическими навыками создания проектов (рефератов, докладов) по предложенной теме.

3. Содержание оценочных средств по дисциплине

3.1 Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
ПК-1, Способность планировать работу и выбирать адекватные методы решения	Знать: – основные подходы к классификации наноматериалов (по размерности: 0D, 1D, 2D, 3D; по химическому составу; по структуре); – определения и примеры матричных кластеров, супрамолекулярных структур, кластерных кристаллов, фуллеритов, компактированных	Раздел 1. Классификация и методы получения наноструктур и нанокластеров.	8	1-3	Задания открытого типа



МИНОБРНАУКИ России
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры,
по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 1 из 28

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Код, наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук ПК-2 Способность проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии	наносистем, нанокмполитов и тонких пленок; – особенности строения и свойств поверхности монокристаллов, нанокластеров и пористых сорбентов. Уметь: – Классифицировать заданную наносистему по размерности и типу. – Соотносить метод получения с типом получаемой наноструктуры. Владеть: – Навыками поиска информации о современных методах синтеза конкретных наноструктур.				
	Знать: – Особенности строения и свойств поверхности монокристаллов, нанокластеров и пористых материалов. – Типы поверхностных центров (кислотные, основные) на поверхности металлов и оксидов. – Основные понятия адсорбции и катализа на поверхности. – Понятие химического потенциала для искривленных поверхностей и малых частиц. – Основы термодинамики поверхностей раздела фаз. – Механизмы нуклеации (зародышеобразования) и роста нанокластеров (в порах, в твердой	Раздел 2. Поверхность твердых тел. Раздел 3. Термодинамические аспекты поверхности. Раздел 5. Получение кластеров.	8	4-8	Задания открытого типа



МИНОБРНАУКИ России
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры,
по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 6 из 28

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Код, наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
или смежных наук	фазе). Уметь: – Объяснять влияние поверхностных дефектов и примесных атомов на адсорбционные и каталитические свойства. – Объяснять движущие силы процесса нуклеации. – Анализировать влияние размера частиц на их термодинамическую стабильность. Владеть: – Навыками анализа влияния состояния поверхности на физико-химические свойства наноматериалов. – Навыками применения термодинамических представлений для описания поведения наносистем.				
	Знать: – Основные теоретические подходы к описанию кластеров: микроскопическая, термодинамическая, квантово-статистическая, оболочечная, структурная модели. – Принципы компьютерного и фрактального моделирования кластеров. Уметь: – Интерпретировать физические свойства кластеров с позиций различных моделей. – Выбирать адекватную модель	Раздел 4. Кластерные модели.	8	9-10	Задания открытого типа

 МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Код, наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
	для описания конкретного типа кластера. Владеть: – Навыками оценки применимости различных моделей для описания экспериментальных данных.				
	Знать: - Закономерности изменения механических, тепловых, оптических, электронных и магнитных свойств при переходе вещества в наноразмерное состояние. – Особенности плавления, теплоемкости и термического расширения нанокластеров. – Принципы работы устройств на основе наноструктур (оптические наноустройства, электропроводящие устройства). Уметь: – Объяснять природу размерных эффектов (в т.ч. магнитных фазовых переходов). – Прогнозировать изменение свойств материала при уменьшении размера частиц. Владеть: – Навыками расчета свойств получаемых нанокластеров и наноструктур с использованием соответствующих моделей.	Раздел 6. Свойства кластеров.	8	11-18	Задания открытого типа

3.2 Содержание оценочных средств

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Часть 1. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации (зачета)

1. **Дайте определения терминам: наночастица, наносистема, нанокомпозит, нанонаука, нанотехнология.**
 - **План:**
 1. Определение наночастицы (объект с размером 1–100 нм хотя бы в одном измерении).
 2. Определение наносистемы (совокупность нанообъектов, взаимодействие которых приводит к новым свойствам).
 3. Определение нанокомпозита (материал, состоящий из матрицы и наноразмерного наполнителя).
 4. Определение нанонауки (область знаний, изучающая свойства объектов нанометрового размера).
 5. Определение нанотехнологии (совокупность методов манипуляции веществом на атомном и молекулярном уровне для создания материалов с заданными свойствами).
 - 2. **Каким образом можно классифицировать наноразмерные системы?**
 - **План:**
 1. Классификация по размерности (0D, 1D, 2D, 3D).
 2. Классификация по химическому составу (металлические, полупроводниковые, углеродные, оксидные и др.).
 3. Классификация по структуре (кластеры, нанотрубки, тонкие пленки, нанокомпозиты).
 4. Классификация по агрегатному состоянию (твердые, коллоидные).
 - 3. **Что такое квантовые наноструктуры с размерностью 0D-, 1D-, 2D-? Приведите примеры.**
 - **План:**
 1. Понятие размерности и квантового ограничения.
 2. 0D-структуры (квантовые точки) — ограничение во всех трех направлениях. Пример: коллоидные нанокристаллы полупроводников.
 3. 1D-структуры (квантовые нити) — ограничение в двух направлениях. Пример: углеродные нанотрубки, нанопроволоки.
 4. 2D-структуры (квантовые ямы) — ограничение в одном направлении. Пример: тонкие пленки, гетероструктуры.
 - 4. **Какие типы композиционных наноматериалов вам известны?**
 - **План:**

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Определение нанокompозита.
2. Классификация по типу матрицы: металл-матричные, полимерные, керамические.
3. Классификация по типу наполнителя: наночастицы, нанотрубки, нанопластины.
4. Примеры: металлополимерные материалы, полимерные композиты с УНТ.
5. **Какие два основных технологических подхода используется для получения наноразмерных структур? Чем это обусловлено?**

○ **План:**

1. Название подходов: «сверху–вниз» (top-down) и «снизу–вверх» (bottom-up).
2. Суть подхода «сверху–вниз»: измельчение макроскопических материалов (диспергирование).
3. Суть подхода «снизу–вверх»: сборка из атомов и молекул (конденсация, самоорганизация).
4. Обусловленность: необходимостью преодоления масштабного барьера и использования разных физико-химических принципов.
6. **Какие методы синтеза нанопорошков могут быть отнесены к диспергационным методам? Какие – к методам конденсационным?**

○ **План:**

1. Определение диспергационных методов (механическое, ультразвуковое измельчение, электровзрыв).
2. Определение конденсационных методов (химическое осаждение из газовой фазы, золь-гель метод, криохимический синтез, термическое разложение).
3. Краткая характеристика одного-двух методов из каждой группы.
7. **Каким образом можно получить нанопорошок, состоящий из частиц примерно одинаковых по размеру?**

○ **План:**

1. Проблема полидисперсности.
2. Методы, обеспечивающие узкое распределение по размерам: использование темплатов (матриц), контролируемая нуклеация и рост в коллоидных растворах, сепарация (центрифугирование, фильтрация) после синтеза.
3. Пример: синтез квантовых точек в обратных мицеллах.
8. **Какие методы синтеза углеродных нанотрубок вам известны?**

○ **План:**

1. Электродуговой метод (испарение графита в дуге).
2. Лазерная абляция.
3. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD) — наиболее распространенный.
4. Краткое описание принципа каждого метода.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

9. Каким образом можно исследовать механические свойства наноматериалов?

○ План:

1. Сложности прямых механических испытаний.
 2. Наноиндентирование (измерение твердости и модуля Юнга).
 3. Методы атомно-силовой микроскопии (изгиб наноканатиков, нанобалок).
 4. Молекулярная динамика (компьютерное моделирование).
10. Почему для объяснения особых свойств вещества в наноразмерном состоянии мы вспоминаем о свойствах поверхности? Чем поверхность отличается от объема вещества?

○ План:

1. Рост доли поверхностных атомов при уменьшении размера частицы.
 2. Отличия поверхности от объема: ненасыщенные связи, дефектность, повышенная энергия, иная координация атомов.
 3. Влияние поверхности на энергию, температуру плавления, реакционную способность, адсорбцию.
11. Что такое поверхностная энергия? Какие методы определения поверхностных энергий твердых тел вам известны?

○ План:

1. Определение поверхностной энергии (избыточная энергия Гиббса, связанная с образованием единицы площади поверхности).
2. Физический смысл (работа, необходимая для создания новой поверхности).
3. Косвенные методы: по краевому углу смачивания (метод Оуэнса-Вендта), метод КРЫШ (кристаллизации).
4. Метод, основанный на температуре плавления наночастиц.

12. В каких условиях возможна самоорганизация наноразмерных структур?

○ План:

1. Определение самоорганизации.
 2. Условия: наличие слабых взаимодействий (ван-дер-ваальсовых, водородных связей), стремление системы к минимуму свободной энергии, наличие шаблона или направляющего воздействия (темплата).
 3. Примеры: образование монослоев Ленгмюра-Блоджетт, формирование упорядоченных структур при испарении коллоидных растворов.
13. Каковы особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии?

○ План:

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Понятие зонной структуры для массивных материалов.
2. Переход от непрерывных зон к дискретным уровням (эффект размерного квантования).
3. Для полупроводников: увеличение ширины запрещенной зоны с уменьшением размера.
4. Для металлов: переход от металлической проводимости к неметаллической при критически малых размерах (кулоновская блокада).
14. **Как изменяются магнитные свойства вещества при переходе в наноразмерное состояние? Почему?**
 - **План:**
 1. Переход от многодоменного состояния к однодоменному.
 2. Явление суперпарамагнетизма (флуктуации намагниченности).
 3. Изменение коэрцитивной силы (увеличение, затем падение до нуля).
 4. Причины: высокая роль поверхностных атомов и спинов, малое число атомов в частице.
15. **Что такое наноэлектроника и нанофотоника? Какими видятся перспективы дальнейшего развития данных областей знания?**
 - **План:**
 1. Определение наноэлектроники (миниатюризация электронных компонентов до наноразмеров, использование квантовых эффектов).
 2. Определение нанофотоники (управление светом на наномасштабе, использование плазмонов, фотонных кристаллов).
 3. Перспективы: создание сверхбыстрых и энергоэффективных процессоров, одноэлектронных транзисторов, оптических компьютеров, новых сенсоров.
16. **Каковы возможности использования наночастиц в каталитических процессах? Приведите конкретные примеры.**
 - **План:**
 1. Причины высокой каталитической активности наночастиц (большая удельная поверхность, высокая поверхностная энергия, особые электронные свойства).
 2. Примеры: наночастицы платины в автомобильных катализаторах и топливных элементах, наночастицы оксидов металлов (церия, титана) в реакциях окисления.
 3. Понятие «структурно-чувствительных» и «структурно-нечувствительных» реакций.
17. **В каких областях медицины нанотехнологии уже используются или могут быть использованы в будущем? Каким образом на основе нанотехнологий улучшают хирургический инструментарий?**
 - **План:**

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Адресная доставка лекарств (нанокапсулы, липосомы).
2. Диагностика (квантовые точки для визуализации, биосенсоры).
3. Терагностика (одновременная диагностика и лечение).
4. Улучшение хирургического инструментария: нанопокрывтия (алмазоподобные, антибактериальные), повышение прочности и износостойкости лезвий за счет наноструктурированных материалов.
18. **Можно ли использовать нанотехнологии при создании топливных элементов? Приведите конкретные примеры.**
 - **План:**
 1. Роль катализаторов в топливных элементах.
 2. Использование наночастиц платины и других благородных металлов для ускорения реакций окисления водорода и восстановления кислорода.
 3. Использование углеродных нанотрубок в качестве проводящей и поддерживающей матрицы для катализатора.
 4. Наноструктурированные мембраны для протонообмена.
19. **Какие области практического применения углеродных нанотрубок вам известны?**
 - **План:**
 1. Упрочняющие добавки в композиционные материалы.
 2. Элементная база микроэлектроники (транзисторы, проводники).
 3. Эмиттеры в дисплеях и рентгеновских трубках.
 4. Сенсоры (газовые, биологические).
 5. Накопители энергии (суперконденсаторы, электроды батарей).
20. **Основные классы наноразмерных систем (перечислить, охарактеризовать).**
 - **План:**
 1. Кластеры и наночастицы (0D).
 2. Нанотрубки и нановолокна (1D).
 3. Тонкие пленки и многослойные структуры (2D).
 4. Наноккомпозиты и нанопористые материалы (3D).
 5. Краткая характеристика каждого класса.
21. **Нанотрубки и их свойства. Использование нанотрубок в качестве элементной базы микроэлектроники.**
 - **План:**
 1. Строение углеродных нанотрубок (однослойные, многослойные, хиральность).
 2. Электронные свойства: металлические или полупроводниковые в зависимости от хиральности.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3. Механические свойства: высокая прочность.
4. Применение в микроэлектронике: полевые транзисторы на основе полупроводниковых УНТ, межсоединения из металлических УНТ.
22. **Углеродные наноструктуры. Фуллерен. История открытия, структура, возможности модифицирования, области применения.**
 - **План:**
 1. Определение фуллеренов (замкнутые многогранники из атомов углерода).
 2. История открытия (Н. Крото, Р. Смолли, Р. Кёрл).
 3. Структура на примере C₆₀ (усеченный икосаэдр).
 4. Модифицирование: эндоздральные (металл внутри) и экзоздральные (присоединение групп снаружи) соединения.
 5. Применение: в медицине, как сенситизаторы, в полимерных композитах.
23. **Порошковые наноматериалы. Основные методы получения и направления практического использования.**
 - **План:**
 1. Определение порошковых наноматериалов.
 2. Методы получения: механическое измельчение, газофазный синтез, плазмохимический синтез, золь-гель метод.
 3. Направления использования: катализаторы, добавки в строительные смеси и краски, компоненты энергонасыщенных материалов (алюминий, перхлорат аммония), исходное сырье для компактирования (керамика).
24. **Наноструктурированные материалы. Основные методы получения и направления практического использования.**
 - **План:**
 1. Определение (материалы, объем которых состоит из наноразмерных зерен или элементов структуры).
 2. Методы получения: интенсивная пластическая деформация, компактирование нанопорошков, контролируемая кристаллизация аморфных сплавов.
 3. Направления использования: конструкционные материалы с уникальной прочностью, магнитные материалы, термоэлектрики.
25. **Квантовые точки.**
 - **План:**
 1. Определение квантовой точки (0D-структура).
 2. Эффект размерного квантования и его следствия (изменение цвета люминесценции в зависимости от размера).
 3. Состав (полупроводники типа CdSe, InP, перовскиты).

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4. Применение: дисплеи (QLED), биомедицинская визуализация, солнечные батареи.
 26. **Наноэлектроника как одно из направлений применения нанотехнологий.**

○ **План:**

1. Суть наноэлектроники (работа с устройствами нанометрового масштаба).
2. Проблемы традиционной литографии.
3. Примеры наноэлектронных устройств: одноэлектронный транзистор, спинтронные устройства, мемристоры.
4. Используемые материалы и эффекты.

27. **Роль нанотехнологий в развитии фотоники.**

○ **План:**

1. Задачи фотоники (управление светом).
2. Фотонные кристаллы (управление распространением света).
3. Плазмоника (использование поверхностных плазмонов для концентрации света на наномасштабе).
4. Метаматериалы (с отрицательным показателем преломления).
5. Создание наноразмерных источников света и волноводов.

28. **Нанокompозитные материалы. Классификация нанокompозитов.**

○ **План:**

1. Определение нанокompозита.
2. Классификация по типу матрицы (полимерные, металлические, керамические).
3. Классификация по типу наполнителя (частицы, волокна/трубки, пластины/слои).
4. Примеры материалов из каждой группы.

29. **Нанокompозиты. Общие методы получения нанокompозитов, возможности практического использования.**

○ **План:**

1. Методы: смешение в расплаве (для полимеров), механическое легирование (для металлов), золь-гель метод (in-situ синтез наполнителя в матрице), электроосаждение.
2. Практическое использование: упрочненные полимеры (детали автомобилей, корпуса), проводящие полимеры (антистатика), магнитные материалы, огнезащитные покрытия.

30. **Нанотехнология. Основные технологические принципы: «сверху–вниз» и «снизу–вверх». Механизмы самоорганизации.**

○ **План:**

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Подход «сверху–вниз» (литография, травление).
2. Подход «снизу–вверх» (химический синтез, самосборка).
3. Определение самоорганизации.
4. Движущие силы самоорганизации (минимизация энергии, слабые взаимодействия).
5. Примеры самоорганизации (монослои, структуры на поверхностях при эпитаксии).
31. **Физические методы синтеза нанопорошков (метод электровзрыва, механическое и ультразвуковое диспергирование).**

○ **План:**

1. Метод электровзрыва проводника (испарение металла мощным импульсом тока и конденсация паров).
 2. Механическое диспергирование (шаровые, планетарные мельницы, истирание).
 3. Ультразвуковое диспергирование (кавитационный эффект в жидкости).
 4. Достоинства и недостатки каждого метода.
32. **Химические методы синтеза нанопорошков.**

○ **План:**

1. Осаждение из растворов (контроль пересыщения).
 2. Золь-гель метод (гидролиз и поликонденсация).
 3. Термическое разложение (прекурсоров).
 4. Криохимический синтез (замораживание и сублимация растворов).
 5. Синтез в микроэмульсиях (ограниченное пространство для роста).
33. **Методы получения структурированных наноматериалов. Химическое осаждение из газовой фазы, физическое осаждение из газовой фазы.**

○ **План:**

1. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD): принцип (химическая реакция на горячей подложке), применение (получение пленок, УНТ, графена).
 2. Физическое осаждение из газовой фазы (PVD): принцип (испарение или распыление материала и конденсация на подложке), подвиды (магнетронное распыление, термическое испарение).
 3. Разница между CVD и PVD (наличие химической реакции).
34. **Пленочные технологии получения наноматериалов (CVD, PVD, электроосаждение, ионно-лучевая эпитаксия, золь-гель осаждение).**

○ **План:**

1. Краткая характеристика CVD (см. вопрос 33).
2. Краткая характеристика PVD (см. вопрос 33).
3. Электроосаждение (электрохимическое осаждение из раствора электролита).
4. Ионно-лучевая эпитаксия (осаждение пучком ионов в сверхвысоком вакууме).

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

5. Золь-гель метод (нанесение золя с последующей сушкой и термообработкой).

35. Особые свойства вещества в нанометровом диапазоне размеров. Размерные эффекты в наносистемах. Причины их возникновения.

○ **План:**

1. Определение размерного эффекта.
2. Классификация размерных эффектов: собственные (изменение структуры) и несобственные (изменение свойств из-за роста роли поверхности).
3. Причины: большая доля поверхностных атомов, квантовое ограничение (конфайнмент), соизмеримость размера частицы с длиной волны электрона или фонона.
4. Примеры проявления: изменение температуры плавления, цвета люминесценции, магнитных свойств.

36. Термодинамика поверхности. Термодинамические функции поверхности. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение.

○ **План:**

1. Понятие поверхностной фазы и избыточных функций.
2. Поверхностная энергия Гиббса ($G_s = \sigma \cdot S$).
3. Поверхностное натяжение (σ) — работа образования единицы площади поверхности.
4. Уравнение Гиббса-Томсона (зависимость давления пара или растворимости от кривизны поверхности).
5. Связь поверхностной энергии с химическим потенциалом для малых частиц.

37. Основы физической химии наносистем; уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах; особенности поверхностных процессов в наноструктурах.

○ **План:**

1. Вклад поверхностной энергии в полную свободную энергию наночастицы.
2. Условие термодинамической стабильности (минимум свободной энергии).
3. Оствальдовское созревание (диффузия вещества от малых частиц к крупным для уменьшения общей поверхности).
4. Влияние кривизны поверхности на химический потенциал (уравнение Лапласа, уравнение Гиббса-Томсона).
5. Особенности адсорбции и катализа на наночастицах.

38. Структурные переходы в наноматериалах. Термодинамическое объяснение возможности стабилизации неравновесных структур для веществ в наноразмерном состоянии.

○ **План:**

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Понятие равновесной и неравновесной (метастабильной) структуры.
2. Для массивных материалов стабильна структура с минимумом объемной энергии.
3. Для наночастиц вклад поверхностной энергии сопоставим с объемной.
4. Возможность стабилизации фаз, неравновесных для массивного образца, если они имеют меньшую поверхностную энергию.
5. Примеры: стабилизация тетрагонального диоксида циркония в наносостоянии.
39. **Проблемы устойчивости наночастиц; факторы, обуславливающие стабильность. Способы стабилизации наночастиц.**

○ **План:**

1. Термодинамическая неустойчивость (избыток поверхностной энергии, стремление к коалесценции).
2. Кинетическая неустойчивость (высокая реакционная способность).
3. Факторы стабильности: низкая температура, химическая инертность среды.
4. Способы стабилизации:
 - Электростатическая (образование двойного электрического слоя).
 - Стерическая (адсорбция полимеров или ПАВ).
 - Матричная (иммобилизация в порах или матрице).

Часть 2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации (проект)

Перечень тем для курсовой работы (из РПД, стр. 9-10):

1. **Наночастицы полиборида магния в пиротехнических составах.**

○ **План:**

1. Полиборид магния (MgB_2 , MgB_4 и др.): химическая формула, структура, общие свойства.
2. Методы получения наночастиц полиборида магния (механохимический синтез, плазмохимия).
3. Роль в пиротехнике: как горючее или компонент, повышающий теплотворную способность.
4. Влияние наноразмера на скорость горения и полноту сгорания состава.
5. Примеры конкретных пиротехнических композиций с наночастицами MgB_2 .

2. **Технология получения металлполимерных наноматериалов.**

○ **План:**

1. Определение металлполимерных нанокомпозитов (полимерная матрица + наночастицы металлов).

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

2. Методы получения: смешение в расплаве, полимеризация in-situ (восстановление ионов металла в полимерной матрице), золь-гель метод.

3. Влияние типа наночастиц (Ag, Cu, Fe, Ni) на свойства материала.

4. Применение: электропроводящие клеи, магнитные экраны, антибактериальные покрытия.

3. **Сажеобразование при гетерогенном горении.**

○ **План:**

1. Понятие гетерогенного горения (горение твердых топлив).

2. Механизм образования сажи: пиролиз углеводородов, нуклеация, рост частиц, коагуляция.

3. Структура и свойства наноразмерных частиц сажи (фуллереноподобные структуры).

4. Факторы, влияющие на выход сажи (температура, состав топлива, давление).

5. Методы подавления сажеобразования.

4. **Криохимический способ получения нанодисперсных порошков.**

○ **План:**

1. Сущность криохимического метода (быстрое замораживание растворов с последующей сублимацией растворителя).

2. Основные стадии: приготовление раствора, распыление в криогенную жидкость, сублимационная сушка (лиофилизация), термообработка.

3. Преимущества: высокая чистота, узкое распределение частиц по размерам.

4. Примеры получаемых материалов: оксидные катализаторы, сверхпроводники, нанопорошки солей (в т.ч. перхлоратов).

5. **Получение ультрадисперсного порошка перхлората аммония.**

○ **План:**

1. Перхлорат аммония (NH_4ClO_4) как основной окислитель в твердых ракетных топливах.

2. Влияние дисперсности на скорость горения топлива.

3. Методы получения: механическое измельчение (струйные, шаровые мельницы), кристаллизация из растворов в неводных средах, распылительная сушка.

4. Проблемы: гигроскопичность, слеживаемость, безопасность при измельчении.

6. **Нано- и ультрадисперсный порошок алюминия: свойства, получение, применение.**

○ **План:**

1. Свойства наноалюминия: высокая реакционная способность, низкая температура плавления, наличие оксидной оболочки.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

2. Методы получения: электровзрыв проволоки, распыление расплава, плазмохимический синтез.
3. Пассивация поверхности (создание защитной пленки).
4. Применение: добавка в энергонасыщенные материалы (топлива, взрывчатые вещества), водородная энергетика (реакция с водой), 3D-печать металлами.
7. **Технология получения ультра- и наноразмерных компонентов.**

○ **План:**

1. Обобщающий реферат по методам получения.
2. Классификация методов: диспергационные (физические) и конденсационные (химические).
3. Краткий обзор основных методов: механическое и ультразвуковое измельчение, газофазный синтез, золь-гель, криохимия, электровзрыв.
4. Сравнение методов по производительности, чистоте, размеру частиц.
5. Области применения получаемых компонентов.
8. **Физические методы получения наночастиц и наносистем.**

○ **План:**

1. Общая характеристика физических методов (отсутствие химических реакций, высокая чистота).
2. Методы, основанные на испарении и конденсации: термическое испарение, лазерная абляция, электровзрыв.
3. Методы механического диспергирования: шаровые и планетарные мельницы.
4. Методы, использующие литографию и травление.
5. Достоинства и недостатки физических методов.
9. **Наноструктурные металлополимерные материалы.**

○ **План:** (Аналогичен п.2, но с акцентом на структуру).

1. Определение и типы структур (матричные, слоистые).
2. Способы создания наноструктуры: интеркаляция полимера в слоистые силикаты, формирование дендритных структур металла.
3. Связь структуры со свойствами: механическая прочность, электропроводность, барьерные свойства.
4. Примеры: нанокompозиты на основе полиамидов и глины (органоглины).
10. **Технология получения нанокомпонентов для энергонасыщенных материалов.**

○ **План:**

1. Понятие энергонасыщенных материалов (ЭНМ): взрывчатые вещества, пороха, пиротехнические составы.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

2. Основные компоненты ЭНМ: горючее (Al, Mg, B), окислитель (NH_4ClO_4 , KNO_3), катализаторы горения.
3. Требования к наноразмерным компонентам (высокая удельная поверхность, чистота).
4. Технологии получения: для металлов (электровзрыв), для окислителей (криохимия, распылительная сушка).
5. Влияние наноразмера на энергетические характеристики.
11. **Вакуум-сублимационная технология получения ультра- и нанодисперсных порошков окислителей.**

○ **План:**

1. Сущность вакуум-сублимационной сушки.
2. Принципиальная схема процесса: замораживание раствора, вакуумирование, возгонка льда.
3. Особенности технологии для окислителей (нитраты, перхлораты) – их растворимость, термическая стабильность.
4. Свойства получаемых порошков (размер, форма, текучесть).
5. Преимущества перед другими методами.

12. **Получение дисперсных компонентов для пиротехнических составов.**

○ **План:**

1. Обзор пиротехнических составов (осветительные, сигнальные, дымообразующие).
2. Требования к компонентам (горючим, окислителям, цветнопламенным добавкам).
3. Методы измельчения горючих металлов (Al, Mg, Ti): механические, распыление расплавов.
4. Методы получения мелкодисперсных окислителей и солей: кристаллизация, сушка распылением.
5. Влияние дисперсности на цвет пламени и скорость горения.

13. **Дисперсные свойства аэрозолей.**

○ **План:**

1. Определение аэрозоля (дисперсная система с газовой средой).
2. Дисперсный состав аэрозолей: понятие полидисперсности, функции распределения частиц по размерам.
3. Методы измерения размеров аэрозольных частиц (импакторы, оптические счетчики).
4. Влияние размера частиц на свойства аэрозоля: оптические (дымка, цвет), седиментационные (скорость оседания), коагуляционные (слипание).
5. Примеры: аэрозоли от пожаров, дымы спецсоставов.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

14. Технологические свойства нанокomпонентов для энергонасыщенных материалов.

○ План:

1. Перечень технологических свойств: насыпная плотность, текучесть, слеживаемость, гигроскопичность, способность к прессованию.
2. Влияние наноразмера на эти свойства (ухудшение текучести, увеличение слеживаемости).
3. Методы улучшения технологических свойств: гранулирование, использование добавок (антислеживателей).
4. Значение для производства смесевых твердых топлив (обеспечение гомогенности смеси).

15. Технология получения дисперсных окислителей в пиротехническом производстве.

○ План:

1. Основные окислители в пиротехнике: нитраты (KNO_3 , $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$), хлораты, перхлораты.
2. Традиционные методы: механическое измельчение (дробление, помол).
3. Современные методы: кристаллизация из растворов (регулирование пересыщения), распылительная сушка, криохимический метод.
4. Контроль гранулометрического состава и формы частиц.
5. Техника безопасности при работе с окислителями.

16. Применение нанокomпонентов в энергонасыщенных материалах.

○ План:

1. Обзор областей применения нанокomпонентов: ракетные топлива, взрывчатые вещества, пиротехника.
2. Наноалюминий: увеличение скорости горения, полноты сгорания, энерговыделения.
3. Нанокатализаторы (оксиды железа, меди): регулирование скорости разложения окислителя.
4. Углеродные нанотрубки: упрочнение шашек, увеличение теплопроводности.
5. Перспективы: создание "умных" материалов с управляемым горением.

17. Технология получения ультра- и нанодисперсных неорганических солей, используемых в качестве окислителей в пиротехнических составах.

○ План:

1. Класс неорганических солей-окислителей (нитраты, хлораты, перхлораты щелочных и щелочноземельных металлов).

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

2. Проблема получения мелких частиц растворимых солей.
3. Методы: кристаллизация с добавлением нерастворителей, распылительная сушка растворов, криохимический метод (сублимационная сушка).
4. Контроль размера и морфологии (игольчатая, пластинчатая, сферическая форма).
5. Свойства продуктов и их влияние на пиротехнические характеристики.
18. **Аэрозолеобразующие составы и дисперсный состав продуктов сгорания.**

○ **План:**

1. Назначение аэрозолеобразующих составов (АОС): создание маскирующих завес, тушение пожаров.
2. Компоненты АОС: горючее-связующее, окислитель, хладагент.
3. Механизм образования аэрозоля: конденсация продуктов сгорания.
4. Факторы, влияющие на дисперсный состав аэрозоля (состав топлива, давление, температура).
5. Методы измерения дисперсности аэрозоля.
19. **Нанотехнологии. Влияние природы компонентов на скорость химического превращения.**

○ **План:**

1. Основы химической кинетики гетерогенных реакций.
2. Причины ускорения реакций в наносистемах: огромная поверхность контакта, дефектность структуры, малые диффузионные пути.
3. Пример 1: Горение алюминия – переход от "режима зажигания" к "режиму взрывного горения".
4. Пример 2: Термическое разложение перхлората аммония в присутствии нанокатализаторов (Fe_2O_3 , CuO).
5. Практическое значение для энергонасыщенных материалов.
20. **Нанотехнологии. Регулирование реологических свойств энергонасыщенных материалов на полимерной матрице.**

○ **План:**

1. Реология смесевых твердых топлив: вязкость, текучесть, тиксотропия.
2. Влияние твердой фазы (наполнителя) на реологию: концентрация, размер частиц, форма частиц.
3. Роль наночастиц: при малых добавках они образуют структуру в полимерной матрице (сетку), увеличивая вязкость и предотвращая седиментацию крупных частиц.
4. Пример: использование наноразмерного оксида алюминия или углеродных нанотрубок для регулирования вязкости топливной массы.
5. Оптимизация рецептуры для литьевых технологий.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

21. Дисперсный состав продуктов сгорания дымообразующих составов.

○ План:

1. Назначение дымообразующих составов (сигнальные, маскирующие).
2. Компоненты и механизм образования дыма (возгонка красителя, конденсация оксидов металлов).
3. Размер частиц дыма и его связь с оптическими свойствами (рассеяние света, цвет дыма).
4. Методы отбора проб и анализа дисперсного состава дыма.
5. Факторы, влияющие на размер частиц: состав, условия горения, влажность воздуха.

22. Технология диспергирования твердых веществ.

○ План:

1. Цель диспергирования (измельчения) в химической технологии.
2. Классификация методов: сухое и мокрое измельчение.
3. Типы измельчительного оборудования: щековые, валковые дробилки, шаровые, планетарные, струйные мельницы.
4. Физико-химические процессы при измельчении: накопление дефектов, агрегация частиц, механохимические реакции.
5. Достижение наноразмеров: использование высокоэнергетических мельниц и стабилизаторов.

23. Иницирующее вещество с ультрадисперсным распределением частиц.

○ План:

1. Понятие иницирующих взрывчатых веществ (ИВВ): азид свинца, стифнат свинца, тетразен.
2. Требования к ИВВ: высокая чувствительность к лучу огня или наколу.
3. Влияние дисперсности на чувствительность ИВВ (увеличение удельной поверхности повышает восприимчивость к иницирующему импульсу).
4. Методы получения ультрадисперсных ИВВ: контролируемая кристаллизация из растворов, осаждение в присутствии ПАВ.
5. Проблемы безопасности при работе с высокочувствительными нанопорошками.

24. Нанотехнологии. Аэрозолеобразующие огнетушащие составы.

○ План:

1. Принцип действия аэрозольного пожаротушения (ингибирование цепных реакций горения).
2. Состав генератора огнетушащего аэрозоля: твердотопливная шашка (окислитель + горючее), охладитель.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3. Механизм образования аэрозоля и его состав (частицы солей K_2CO_3 , KCl , K_2O наноразмера).
4. Роль наноразмера частиц: высокая проникающая способность и большая активная поверхность для обрыва цепей.
5. Преимущества перед другими средствами.
25. **Технология получения ультра- и нанодисперсных порошков методом физического диспергирования.**
 - **План:**
 1. Суть физического диспергирования (измельчение без изменения химического состава).
 2. Механическое диспергирование в твердой фазе (шаровые, вибрационные, планетарные мельницы).
 3. Диспергирование расплавов (распыление жидкостью или газом, центробежное распыление).
 4. Ультразвуковое диспергирование в жидкостях (кавитационный механизм).
 5. Получаемые материалы и их характеристики.
26. **Свойства наноразмерных и наноструктурных энергонасыщенных материалов.**
 - **План:**
 1. Обобщающий реферат по свойствам.
 2. Теплофизические свойства: повышенная теплопроводность (за счет УНТ), пониженная температура плавления (у металлов).
 3. Кинетика горения: сверхвысокие скорости горения, переход к конвективному горению.
 4. Детонационные характеристики: снижение критического диаметра детонации, повышение чувствительности.
 5. Механические свойства: повышенная прочность и модуль упругости композитов.
27. **Получение наноразмерных и наноструктурных энергонасыщенных материалов.**
 - **План:** (Обобщение технологий).
 1. Способы получения наноразмерных компонентов (Al , окислители, катализаторы) – см. темы 5,6,11.
 2. Способы создания наноструктуры в объеме материала: компактирование нанопорошков (прессование, спекание), смешение компонентов с контролем агрегации.
 3. Технологии на основе сольво-гель процессов (получение пористых структур).
 4. Проблемы масштабирования и безопасности.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

28. Технология получения ультра- и нанодисперсных порошков методом механического диспергирования.

○ План:

1. Основные типы мельниц для механического диспергирования: планетарные, бисерные, аттриторы.
2. Физические процессы: удар, истирание, сдвиг.
3. Параметры процесса: энергонапряженность, время измельчения, соотношение массы шаров к массе материала, среда измельчения (жидкость, газ).
4. Проблемы: наклеп (налипание) материала, загрязнение продукта материалом мельницы и шаров, агрегация частиц.
5. Применение ПАВ для облегчения измельчения и предотвращения агрегации.

29. Исследование и разработка композиций, образующих при горении наноразмерные аэрозоли.

○ План:

1. Постановка задачи: получение аэрозоля с частицами строго определенного (нано-) размера.
2. Выбор компонентов: соли металлов (карбонаты, нитраты), органические соединения, разлагающиеся с образованием газов и твердого остатка.
3. Влияние состава на дисперсность аэрозоля (например, использование прекурсоров, разлагающихся через газовую фазу).
4. Методы исследования дисперсного состава (дифракция лазерного излучения, электронная микроскопия проб).
5. Области применения: маскировка, пожаротушение, получение функциональных нанопокровов.

30. Технология наноразмерных и наноструктурных энергонасыщенных материалов.

○ План: (Заключительная, обобщающая тема).

1. Обзор современных тенденций в разработке ЭНМ: повышение энергетики и безопасности.
2. Комплексный подход: от синтеза наноконпонентов (Al, окислители) до создания готового материала.
3. Технологии смешения и формования (литье, прессование) наноструктурированных композиций.
4. Перспективные направления: материалы с управляемыми свойствами (smart materials), биметаллические наночастицы.
5. Экономические и экологические аспекты внедрения нанотехнологий в производство ЭНМ.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Зачет по дисциплине «Наноструктуры и нанокластеры» проводится в устной форме по билетам, каждый из которых содержит два теоретических вопроса из перечня вопросов для зачета (п. 3.2). Экзаменатор имеет право задавать дополнительные вопросы по содержанию дисциплины.

Общее время подготовки студента к ответу составляет до 30 минут. Время ответа на билет и дополнительные вопросы – до 20 минут.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Дополнительные материалы и оборудование:

При выполнении заданий промежуточной аттестации студент имеет право пользоваться:

- таблицей Менделеева;
- справочными материалами, предоставленными преподавателем;
- калькулятором.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Ключи и критерии к оцениванию задания

Критерии оценивания проекта (реферат, доклад, презентация) подробно изложены в РПД и служат основой для допуска к зачету. Качество выполнения проекта влияет на итоговую оценку, но не заменяет устный ответ на зачете.

Критерии оценки за устный ответ на зачете:

Оценка	Критерии
«зачтено»	Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы могут носить аргументированный и доказательный характер, в изложении допущены небольшие неточности, не искажающие содержание ответа. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия. При ответе на дополнительные вопросы

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Оценка	Критерии
	преподавателя полные ответы даны как самостоятельно, так и при помощи наводящих вопросов.
«незачтено»	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, не раскрыто его основное содержание. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях, при использовании терминологии, которые не исправлены после наводящих вопросов. Демонстрирует незнание и непонимание существа вопросов. Не даны ответы на дополнительные или наводящие вопросы преподавателя.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяются следующим образом:

Высокий уровень сформированности компетенций (оценка «зачтено») предполагает, что обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, правильно отвечает на дополнительные вопросы.

Средний уровень сформированности компетенций (оценка «зачтено») предполагает, что обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, способен исправить допущенные неточности с помощью уточняющих вопросов.

Базовый уровень сформированности компетенций (оценка «зачтено») предполагает, что обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач, но в целом демонстрирует понимание вопроса и способность применить основные знания.

Низкий уровень сформированности компетенций (оценка «незачтено»)

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Наноструктуры и нанокластеры, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

предполагает, что обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «незачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.