

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 10.07.2026 10:57:37
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 Избранные главы
нанохимии,
по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико-
химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 1 из 11

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

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

Б1.В.ДВ.04.01.01 Избранные главы нанохимии

**Направление подготовки (специальность)
04.04.01 Химия**

**Направленность (профиль)
Физико-химические процессы в современных технологиях**

**Присваиваемая квалификация
Магистр**

**Форма обучения
очная**

Год набора 2026

Челябинск, 2026 г.

	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 Избранные главы нанохимии, по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико- химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 11	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 Избранные главы нанохимии, по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико- химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 3 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки (специальности): 04.04.01 Химия

Направленность (профиль): Физико-химические процессы в современных технологиях

Дисциплина: Б1.В.ДВ.04.01.01 Избранные главы нанохимии

Семестр(ы) изучения: 2

Форма(ы) промежуточной аттестации: Зачет

2. Перечень формируемых компетенций

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Б1.В.ДВ.04.01.01 Избранные главы нанохимии»
 направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1: Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области	ОПК-1-1. Знает существующие методики синтеза и анализа веществ и материалов	Знать: - фундаментальное отличие свойств вещества в наноразмерном состоянии от свойств массивного вещества; - основные способы получения наночастиц металлов и полупроводников; - основные принципы объединения их в ансамбли и наноструктуры, обладающие

 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 Избранные главы нанохимии, по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 3 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения		заданными свойствами и выполняющими определенные функции. Уметь: - творчески применять знания из различных областей химии, физики, информатики, биологии, материаловедения для объяснения и предсказания свойств нанообъектов и наноструктур. Владеть: - терминологией проблемного поля нанохимии; - навыками выбора метода и постановки задачи исследования, обработки полученной информации и описания и представления результатов исследования.

3. Содержание оценочных средств по дисциплине

3.1 Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/ разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с	Знать: - отличие свойств вещества в наноразмерном состоянии; - способы получения наночастиц металлов и полупроводников.	Раздел 1. Общие представления о наноразмерном состоянии вещества.	2	1-5	Задания открытого

 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 Избранные главы нанохимии, по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/ разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	Уметь: - применять знания из различных областей науки для объяснения свойств нанообъектов.	Раздел 2. Методы исследования наноструктур. Раздел 3. Методы синтеза наноструктур.	2	6-12	Задания открытого
	Владеть: - терминологией нанохимии; - навыками обработки информации и представления результатов.	Раздел 4. Применение наноструктурных материалов.	2	13-16	Задания открытого

3.2 Содержание оценочных средств

Перечень вопросов для подготовки к зачету по дисциплине «Избранные главы нанохимии»

Часть 1. Теоретические вопросы

Вопрос 1. Понятие и особенности наноразмерных объектов.

План ответа:

1. Определение нанонауки и нанохимии.
2. Количественные границы наномира (1-100 нм).
3. Ключевое отличие: проявление размерных эффектов.
4. Основные факторы, определяющие особенности свойств: большая удельная поверхность, квантовые эффекты.
5. Примеры изменения физико-химических свойств (температура плавления, цвет, каталитическая активность) при переходе к наносостоянию.

	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 Избранные главы нанохимии, по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико- химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Вопрос 2. Классификация объектов нанохимии.

План ответа:

1. Классификация по размерности (0D, 1D, 2D, 3D структуры).
2. Примеры нульмерных объектов: кластеры, квантовые точки, фуллерены.
3. Примеры одномерных объектов: нанотрубки, нановискеры, наностержни.
4. Примеры двумерных объектов: нанопленки, графен, квантовые ямы.
5. Примеры трехмерных объектов: нанопористые материалы, нанокompозиты, нанокристаллы.

Вопрос 3. Основные типы нанообъектов: нанокластеры.

План ответа:

1. Определение нанокластера.
2. Магические числа и устойчивость кластеров.
3. Физические и химические свойства кластеров (зависимость от размера).
4. Методы получения и стабилизации.
5. Примеры: кластеры металлов (Ag, Au), полупроводников.

Вопрос 4. Основные типы нанообъектов: фуллерены и нанотрубки.

План ответа:

1. Фуллерены: история открытия, структура молекулы C₆₀, свойства.
2. Фуллериты — кристаллическая форма фуллеренов.
3. Углеродные нанотрубки (УНТ): структура (однослойные и многослойные).
4. Особенности строения (хиральность) и её влияние на свойства (металлы/полупроводники).
5. Основные физико-химические свойства УНТ (прочность, теплопроводность, электропроводность).

Вопрос 5. Основные типы нанообъектов: вискеры.

План ответа:

1. Определение вискеро́в (нитевидные кристаллы).
2. Особенности структуры: высокая степень совершенства, отсутствие дислокаций.
3. Уникальные механические свойства (высокая прочность, близкая к теоретической).
4. Механизмы роста (пар-жидкость-кристалл, ПЖК).
5. Материалы для получения вискеро́в и области применения (упрочнение композитов).

Вопрос 6. Понятие супрамолекулярных систем.

План ответа:

	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 Избранные главы нанохимии, по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико- химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Определение супрамолекулярной химии как «химии за пределами молекулы».
2. Основные типы взаимодействий: водородные связи, координационные связи, Ван-дер-Ваальсовы силы, π - π стэкинг.
3. Принципы самоорганизации и самосборки.
4. Примеры супрамолекулярных структур: ротаксаны, катенаны, молекулярные машины.
5. Связь супрамолекулярных систем с нанотехнологиями.

Вопрос 7. Методы газофазного синтеза наночастиц.

План ответа:

1. Общая характеристика газофазных методов: испарение-конденсация.
2. Получение наночастиц при испарении металлов в инертном газе.
3. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD).
4. Плазмохимический синтез.
5. Факторы, влияющие на размер и форму частиц (температура, давление, скорость потока газа).

Вопрос 8. Темплатный синтез наноструктур.

План ответа:

1. Понятие темплата (матрицы, шаблона).
2. Классификация темплатов: жесткие (пористые мембраны, цеолиты) и мягкие (мицеллы ПАВ, жидкие кристаллы).
3. Принцип метода: заполнение пор или каналов темплата целевым веществом.
4. Преимущества метода: контроль размера и формы, получение упорядоченных структур.
5. Примеры: синтез нанотрубок и нанопроволок в порах оксида алюминия.

Вопрос 9. Золь-гель процесс.

План ответа:

1. Определение золя и геля.
2. Основные стадии процесса: гидролиз и поликонденсация.
3. Факторы, влияющие на процесс: природа прекурсора, pH, температура.
4. Получение различных форм материалов: пленки, порошки, волокна, монолиты.
5. Достоинства метода: высокая чистота, гомогенность, низкие температуры синтеза.

Вопрос 10. Плазмохимический синтез.

План ответа:

1. Понятие плазмы и её виды (низкотемпературная).

	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 Избранные главы нанохимии, по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико- химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

2. Принцип метода: диссоциация и ионизация реагентов в плазме с последующей конденсацией продуктов.
3. Получение нанопорошков тугоплавких соединений (нитриды, карбиды, оксиды).
4. Высокая скорость процесса.
5. Преимущества и недостатки метода.

Вопрос 11. Литография в нанотехнологиях.

План ответа:

1. Определение литографии как метода формирования рисунка на подложке.
2. Фотолитография: принцип, дифракционный предел.
3. Электронно-лучевая литография: принцип, высокая разрешающая способность, низкая производительность.
4. Наноимпринтная литография: принцип штампования.
5. Роль литографии в создании микро- и наноэлектромеханических систем (МЭМС/НЭМС).

Вопрос 12. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) для исследования наноструктур.

План ответа:

1. Физический принцип работы: просвечивание тонкого образца пучком электронов.
2. Устройство и основные компоненты ПЭМ.
3. Виды контраста.
4. Получаемая информация: морфология, кристаллическая структура (электронограмма), дефекты, элементный состав (EDX).
5. Высокое разрешение (HRTEM) для визуализации атомных плоскостей.

Вопрос 13. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ).

План ответа:

1. Физический принцип работы: сканирование поверхности сфокусированным пучком электронов.
2. Типы сигналов: вторичные электроны (топография), отраженные электроны (фазовый контраст).
3. Устройство и основные компоненты СЭМ.
4. Получаемая информация: морфология поверхности, форма и размер частиц.
5. Требования к образцам (проводимость).

Вопрос 14. Атомно-силовая микроскопия (АСМ).

План ответа:

	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 Избранные главы нанохимии, по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико- химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Принцип работы: регистрация сил взаимодействия между острой иглой и поверхностью.
2. Устройство зонда (кантилевер) и системы регистрации изгиба.
3. Основные режимы работы: контактный, полуконтактный, бесконтактный.
4. Получаемая информация: 3D-топография поверхности, шероховатость, механические свойства.
5. Преимущества: возможность работы с непроводящими образцами, в жидкости, в вакууме и на воздухе.

Вопрос 15. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ).

План ответа:

1. Физический принцип работы: эффект туннелирования электронов между острой иглой и проводящей поверхностью.
2. Зависимость туннельного тока от расстояния «игла-образец».
3. Основные режимы работы: режим постоянной высоты и режим постоянного тока.
4. Атомарное разрешение метода.
5. Ограничение: исследование только проводящих материалов.

Вопрос 16. Классификация методов синтеза наноструктур.

План ответа:

1. Деление методов на две большие группы: «сверху-вниз» (диспергирование) и «снизу-вверх» (конденсация).
2. Физические методы синтеза (испарение-конденсация, лазерная абляция).
3. Химические методы синтеза (золь-гель, гидротермальный синтез, осаждение).
4. Механохимические методы (размол в шаровых мельницах).
5. Проблема стабилизации наночастиц (пассивация поверхности, использование ПАВ).

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Избранные главы нанохимии» проводится в форме зачета во 2-м семестре.

Зачет проводится в устной форме по билетам. Каждый билет содержит 2 теоретических вопроса из перечня вопросов к зачету.

Процедура проведения зачета включает:

Подготовку к ответу (до 30 минут).

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

	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 Избранные главы нанохимии, по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико- химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Устный ответ студента по вопросам билета.

Ответы на дополнительные вопросы преподавателя, уточняющие глубину знаний.

Результаты зачета оцениваются по системе «зачтено» / «не зачтено».

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 экзаменуемый имеет право пользоваться:

непрограммируемым калькулятором;

периодической таблицей Д.И. Менделеева, таблицей растворимости.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Критерии оценивания устного ответа на зачете:

Оценка	Критерии
«Зачтено»	Выставляется студенту, если он в полном объеме знает теоретический материал, владеет терминологией, логично и аргументированно его излагает. Студент умеет устанавливать связь теоретических положений с практическими задачами, применять знания из различных областей химии и физики для объяснения свойств нанообъектов. Допускаются незначительные неточности (погрешности), не влияющие на общее понимание материала, которые могут быть исправлены студентом с помощью дополнительных вопросов преподавателя.
«Не зачтено»	Выставляется студенту, который не раскрыл основное содержание вопросов билета, демонстрирует фрагментарные, поверхностные знания, не владеет терминологией. Допускает грубые ошибки в определениях и понятиях, которые не может исправить даже при помощи наводящих вопросов преподавателя. Ответ не носит системного характера.

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 Избранные главы нанохимии, по направлению подготовки 04.04.01 Химия направленности (профилю) Физико- химические процессы в современных технологиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 1 из 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Уровни сформированности компетенций определяются следующим образом:

Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «зачтено» и предполагает формирование компетенций на высоком уровне: обучающийся демонстрирует глубокие, систематизированные знания о фундаментальных отличиях наносостояния, методах синтеза и исследования наноструктур. Свободно применяет междисциплинарный подход для анализа свойств нанообъектов, грамотно использует профессиональную терминологию, способен самостоятельно ставить задачи исследования и предлагать методы их решения.

Средний уровень соответствует оценке «зачтено» и предполагает формирование компетенций на среднем уровне: обучающийся демонстрирует достаточно полные знания основного материала, владеет ключевой терминологией. Умеет применять знания для решения типовых задач, но испытывает затруднения при нестандартной постановке вопроса или при глубоком анализе междисциплинарных связей.

Базовый уровень соответствует оценке «зачтено» и предполагает формирование компетенций на начальном уровне: обучающийся демонстрирует знание основной терминологии и базовых представлений о нанообъектах. Способен воспроизвести основной теоретический материал, но допускает неточности, не влияющие на общее понимание. Испытывает затруднения при самостоятельном анализе и обобщении информации.

Низкий уровень соответствует оценке «не зачтено»: обучающийся не владеет базовыми понятиями, не может охарактеризовать особенности нанообъектов, методы их синтеза или исследования. Компетенция не сформирована.

04.04.01/ Физико-химические процессы в современных технологиях/ Химия/ Избранные главы нанохимии/ 2026 год набора/ очная форма обучения

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом химического факультета

Протокол заседания № 6 от 26.02.2026

Председатель Ученого совета

химического факультета

согласовано

В. А. Бурмистров

Заседанием кафедры химии твердого тела и нанопроцессов

Протокол заседания № 8 от 25.02.2026

Заведующий кафедрой

СОГЛАСОВАНО

Е.А. Белая

Автор (составитель)

Е.О. Макаркина

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