Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра химии и химической технологии

**Паспорт практических занятий**
по дисциплине «**Химические нанотехнологии»,** 3 семестр

**1. Методика оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за практические занятия учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Каждый модуль практического занятия оценивается от 6 до 12 баллов. Студент отвечает на вопросы в письменном (или устном) виде.

Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если за выполненные задания, оценка составляет от 6 до 7 баллов;

Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если за выполненные задания, оценка составляет от 8 до 9 баллов;

Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если выполнены все задания, оценка составляет от 10 до 12 баллов.

**Модуль № 1 «Размерные эффекты»**
(Практическое занятия № 1)

*Перечень типовых вопросов для защиты*

**Фундаментальные физико-химические размерные эффекты**

1. Классификация размерных эффектов в нанохимии. Как изменяется термодинамическая движущая сила процесса при переходе от макрообъекта к нанообъекту? Как это выражается через изменение химического потенциала?
2. Опишите влияние кривизны поверхности на давление насыщенного пара (уравнение Кельвина) и растворимость наночастиц (уравнение Оствальда-Фрейндлиха). Как это явление используется в практике синтеза наноматериалов (например, при переконденсации)?
3. Объясните физический смысл понижения температуры плавления наночастиц (уравнение Томсона). Как размерный фактор влияет на температуру Дебая и теплоемкость твердого тела в нанокристаллическом состоянии?
4. Как изменяется ширина запрещенной зоны в полупроводниковых нанокристаллах (квантовых точках) при уменьшении их размера? Опишите переход от слабого к сильному квантово-размерному ограничению.
5. В чем заключается принципиальное отличие поверхностного плазмонного резонанса в наночастицах металлов от объемных свойств металла? Как положение и интенсивность пика поглощения зависят от размера, формы частиц и диэлектрической проницаемости среды?
6. Как размерный фактор влияет на каталитическую активность наночастиц? Опишите явление «вулканической» зависимости (принцип Сабатье) для нанокатализаторов и роль координационно-ненасыщенных атомов.

7. Магнитные размерные эффекты: переход от многодоменной к однодоменной структуре и далее к суперпарамагнетизму. Как температура блокировки зависит от объема наночастицы?
8. Как изменяется коэффициент диффузии в наноструктурированных материалах по сравнению с объемными? Опишите влияние границ зерен и тройных стыков на массоперенос.

**Стабильность нанообъектов и управление агрегацией**

9. Опишите термодинамические и кинетические факторы, определяющие стабильность коллоидных систем. Почему нанообъекты термодинамически нестабильны и как достигается их кинетическая стабильность?
10. Сравните механизмы стерической и электростатической стабилизации наночастиц. Какие функциональные группы (например, карбоксильные, аминные, тиольные, полимерные оболочки) используются для предотвращения агрегации в водных и органических средах?
11. Изоэлектрическая точка наночастиц оксидов металлов. Как смещение ИЭТ в кислую или щелочную область за счет функционализации поверхности влияет на агрегативную устойчивость системы?
12. Какие физико-химические методы (ДЛФО-теория, измерение дзета-потенциала, седиментационный анализ) вы использовали или планируете использовать для количественной оценки стабильности синтезированных вами нанодисперсий?
13. Опишите явление ориентированного прикрепления (oriented attachment) наночастиц. Какими методами (in situ ПЭМ, РФА) можно зафиксировать этот процесс и как им управлять для синтеза анизотропных наноструктур (нанопалочек, нанопластин)?
14. Стратегии повышения термической стабильности наночастиц для их применения в высокотемпературных процессах. Роль эпитаксиального закрепления на подложке и создания твердых растворов.
15. Влияние адсорбатов из окружающей среды (кислород, влага, углекислый газ) на электронную структуру и стабильность поверхности наночастиц. Методы пассивации поверхности.

**Композиционные функциональные материалы**

16. Синергетический эффект в композиционных материалах. Приведите пример (например, полимер, армированный углеродными нанотрубками, или керамика с наночастицами нитрида бора), где наноразмерный компонент кардинально меняет макроскопические свойства матрицы (прочность, трещиностойкость, теплопроводность).
17. Проблема равномерного распределения (диспергирования) нанообъектов в объеме композита. Опишите методы функционализации поверхности наполнителя для обеспечения его совместимости с органической или неорганической матрицей.
18. Плазмонные гибридные материалы. Каким образом перенос энергии (FRET) или заряда между плазмонными наночастицами и полупроводниковыми нанокристаллами в составе композита используется для создания фотокатализаторов или сенсоров?
19. Материалы с иерархической пористостью (например, мезопористые диоксиды кремния или углеродные аэрогели). Как размер пор на микро-, мезо- и макроуровнях влияет на диффузию реагентов и доступность активных центров в функциональных композиционных материалах?

20. Методы создания 3D-печатных функциональных композитов с нанонаполнителями. Какие специфические проблемы (агрегация в экструдере, ориентация частиц при печати, сохранение проводимости) возникают при масштабировании лабораторных синтезов до аддитивного производства?

**Практическая деятельность и методы исследования**

21. Исходя из вашей текущей работы по поиску свойств композиционных материалов, предложите схему эксперимента для доказательства того, что наблюдаемое улучшение электропроводности обусловлено именно перколяцией наночастиц, а не изменением фазового состава матрицы.
22. Вам необходимо исследовать оптические свойства квантовых точек, внедренных в пористую матрицу. Какие методы (УФ-видимая диффузная спектроскопия, спектроскопия с временным разрешением, фотолюминесценция) позволят разделить вклад собственного поглощения матрицы и размерный эффект наночастиц?
23. При масштабировании синтеза наночастиц в реакторе периодического действия вы столкнулись с неконтролируемым укрупнением частиц. Предложите стратегию перехода к непрерывному микрореакторному синтезу для стабилизации размера, обоснуйте выбор с точки зрения гидродинамики и массообмена.
24. Как с помощью метода динамического рассеяния света (DLS) и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) корректно рассчитать функцию распределения наночастиц по размерам и оценить степень их полидисперсности? В чем систематические ошибки каждого из методов?
25. Опишите алгоритм in situ исследования фазового перехода в наночастицах с помощью синхротронной дифракции. Как по уширению дифракционных пиков (уравнение Шеррера) и их смещению можно одновременно рассчитать размер ОКР и микродеформации решетки, вызванные размерным эффектом?

## Модуль № 2 «Традиционные методы синтеза»

(Практическое занятия № 2)

*Перечень типовых вопросов для защиты*

1. Что понимают под традиционными методами синтеза наноматериалов? По каким признакам можно сравнивать разные методы?
2. В чём состоит принцип осаждения из газовой фазы? Какие стадии формирования наночастиц или наноплёнок можно выделить?
3. Чем химическое осаждение из газовой фазы отличается от физического осаждения? Приведите примеры процессов.
4. Какие параметры газофазного синтеза влияют на размер, состав и морфологию наноматериала?
5. Как устроена установка для химического осаждения из газовой фазы (CVD)? Какие функции выполняют источник прекурсора, реакционная зона и подложка?
6. Каковы основные преимущества и ограничения газофазных методов с точки зрения чистоты продукта, производительности и масштабирования?
7. В чём заключается метод соосаждения из растворов? Каковы основные стадии получения материала этим способом?

8. Как влияют pH, концентрация реагентов, температура, скорость смешения и порядок введения растворов на результат соосаждения?
9. Какие причины могут приводить к неоднородному осаждению или агрегации частиц? Как можно уменьшить их влияние?
10. Чем соосаждение отличается от осаждения одного компонента из раствора? В каких случаях соосаждение целесообразно для получения смешанных оксидов или легированных материалов?
11. Что включает понятие «химическое осаждение» наноматериалов из раствора? Какие функции могут выполнять осадитель, комплексообразователь и стабилизатор?
12. Как режим промывки, сушки и последующей термообработки влияет на состав, размер частиц и фазовый состав осадка?
13. Каковы основные стадии золь-гель-процесса? Что происходит при гидролизе и конденсации прекурсоров?
14. Как природа прекурсора, соотношение компонентов, pH и условия старения влияют на образование и свойства геля?
15. Как сушка и термообработка геля влияют на пористость, усадку, кристалличность и размер кристаллитов?
16. Какие методы исследования вы выберете для определения фазового состава, морфологии, размера и химического состава наноматериала? Обоснуйте выбор.
17. Что именно показывают рентгенофазовый анализ, электронная микроскопия и спектроскопические методы? Какие ограничения есть у каждого из них?
18. Почему размер кристаллитов по рентгенофазовому анализу может отличаться от размера частиц, наблюдаемых при электронной микроскопии?
19. Для заданного материала и целевого применения как выбрать между газофазным осаждением, соосаждением, химическим осаждением и золь-гель-методом? Какие критерии учесть?
20. Как организовать поиск научной информации по выбранному методу синтеза: какие ключевые слова использовать, как оценивать релевантность статей и сопоставлять описанные в них условия и результаты?

## Модуль № 3 «Темплатный синтез»

(Практическое занятия № 3)

*Перечень типовых вопросов для защиты*

1. Какие основные методы анализа структуры и морфологии темплатных наноматериалов вы знаете? Какую информацию они позволяют получить?
2. Опишите, как вы будете интерпретировать данные рентгенофазового анализа (РФА) при исследовании темплатного материала.
3. Для чего применяется малоугловое рассеяние рентгеновских лучей (*SAXS*) в анализе темплатных материалов?
4. Как определить удельную поверхность и распределение пор по размерам в полученных материалах? Какие приборы используются?
5. В чём заключаются особенности интерпретации данных электронной микроскопии (СЭМ/ПЭМ) для темплатных структур?
6. Как оценить воспроизводимость результатов синтеза и что делать при обнаружении отклонений?

7. Какие количественные показатели являются ключевыми для оценки качества темплатного материала?
8. Как правильно оформить результаты исследования темплатного синтеза для публикации в научном журнале?
9. Опишите структуру научной статьи по результатам темплатного синтеза: какие разделы обязательны?
10. Как выбрать журнал для публикации статьи по темплатному синтезу? На что обратить внимание?
11. Какие элементы должны быть включены в презентацию по теме вашего магистерского исследования?
12. Как построить эффективную презентацию для выступления перед научным сообществом?
13. Какие визуальные материалы лучше всего иллюстрируют особенности структуры темплатных материалов?
14. Как обосновать значимость ваших результатов для химической технологии и промышленности?
15. Приведите пример оформления таблицы или графика для представления экспериментальных данных по темплатному синтезу.
16. Каковы требования к уникальности текста и корректности библиографических ссылок при подготовке статьи?
17. Какие ошибки чаще всего встречаются при представлении научных данных и как их избежать?
18. Как подготовить тезисы доклада для конференции по темплатному синтезу?
19. Какие современные программные средства вы используете для обработки и визуализации экспериментальных данных?
20. Как вы оцениваете достоверность и полноту информации, найденной вами при поиске литературы по методу темплатного синтеза?