

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.03.2024 13:35:02  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины  
МЕТОДЫ СИНТЕЗА НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Специальность

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация

**Химия материалов**

Квалификация

**Химик. Преподаватель химии**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **физико-химического конструирования функциональных материалов**

Санкт-Петербург

2023

**Б1.В.10**

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины.....	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины...	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	06
4.4. Занятия семинарского типа.....	07
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	07
4.4.2. Лабораторные занятия.....	08
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	11
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...	13

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-1</b> Способен использовать современные методы синтетической химии для получения и модификации функциональных неорганических и композиционных материалов</p>	<p><b>ПК-1.1</b> Воспроизведение методики синтеза известных соединений и функциональных неорганических и композиционных материалов сложного состава</p>	<p><b>Знать:</b> общие закономерности формирования наноматериалов, классификацию основных методов получения неорганических соединений и функциональных неорганических и композиционных материалов сложного состава (ЗН-1);</p> <p><b>Уметь:</b> использовать различные методы синтеза известных соединений и функциональных неорганических и композиционных материалов сложного состава (У-1);</p> <p><b>Владеть:</b> навыками получения нанокристаллических неорганических материалов (Н-1).</p>
	<p><b>ПК-1.2</b> Разработка и реализация новых схем синтеза функциональных неорганических и композиционных материалов с заданным набором свойств</p>	<p><b>Знать:</b> особенности различных методов синтеза функциональных неорганических и композиционных материалов (ЗН-2);</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать методы и составлять практические рекомендации по получению наночастиц и наноматериалов (У-2);</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа разнообразных методик и технологических приемов создания наночастиц и наноматериалов с целью выбора наиболее подходящих при решении конкретной задачи (Н-2).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.10), и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплины «Химия», полученной в среднем учебном заведении.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Методы синтеза наноматериалов» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Высокотемпературный синтез функциональных материалов», «Получение функциональных наноматериалов методами послойной химической сборки», в научно-исследовательской работе, при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/ 144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>90</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	90
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	18
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (36)
курсовое проектирование (КР или КП)	10
КСР	8
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>27</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КР, Экзамен/27</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Классификация методов синтеза наноматериалов	4	4	-	9	ПК-1	ПК-1.1
2	Методы синтеза «сверху вниз»	6	6	12	9	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
3	Методы синтеза «снизу вверх»	8	8	24	9	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2

##### 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-1.1	Классификация методов синтеза наноматериалов. Методы синтеза «сверху вниз». Методы синтеза «снизу вверх»
2	ПК-1.2	Методы синтеза «сверху вниз». Методы синтеза «снизу вверх».

##### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<b>Классификация методов синтеза наноматериалов</b> Синтез и анализ как основные этапы цикла химических исследований. Свойства наноматериалов, роль размерного эффекта. Элементы образования новой фазы. Существующие классификации методов синтеза. Классификация по размерам относительно предшественника.	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<b>Методы синтеза «сверху вниз»</b> Особенности, достоинства и недостатки данной группы методов. Механохимические методы синтеза. Звукохимия и ультразвуковое диспергирование. Эксфолиация. Детонация. Лазерная абляция. Семейство литографических техник, химическое травление. Прочие методы синтеза.	6	ЛВ
3	<b>Методы синтеза «снизу вверх»</b> Особенности, достоинства и недостатки данной группы методов. Методы осаждения из газовой фазы. Методы получения тонких плёнок. Методы растворной химии. Осаждение из жидкой фазы. Полиольный синтез. Золь-гель технология. Термическое разложение. Темплатный метод. Микрореакторный синтез. Окислительно-восстановительное получение твёрдых фаз. Растворное горение. Электрохимические методы синтеза. Сольвотермальный синтез. Твёрдофазный синтез. Прочие методы синтеза.	8	ЛВ

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<b>Занятие 1.</b> Свойства наноматериалов	2	-	АТД
1	<b>Занятие 2.</b> Безопасная работа в химической лаборатории	2	-	МК, Э
2	<b>Занятие 3.</b> Механо- и звукохимия	2	-	МШ
2	<b>Занятие 4.</b> Эксфолиация	2	-	МШ
2	<b>Занятие 5.</b> Травление и литография	2	-	АТД
3	<b>Занятие 6.</b> Рост плёнок и покрытий	2	-	АТД
3	<b>Занятие 7.</b> Химическое осаждение	2	-	МШ, Э
3	<b>Занятие 8.</b> Золь-гель технология	2	-	МШ, Э
3	<b>Занятие 9.</b> Сольвотермальный синтез	2	-	МШ, Э

#### 4.4.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	<b>Лабораторная работа 1.</b> Механохимическая активация	4	4	-
2	<b>Лабораторная работа 2.</b> Ультразвуковое диспергирование	2	2	-
2	<b>Лабораторная работа 3.</b> Эксфолиация	2	2	-
2	<b>Лабораторная работа 4.</b> Химическое травление	2	2	-
2	<b>Лабораторная работа 5.</b> Лазерная абляция	2	2	-
3	<b>Лабораторная работа 6.</b> Химическое осаждение	2	2	-
3	<b>Лабораторная работа 7.</b> Растворное горение	4	4	-
3	<b>Лабораторная работа 8.</b> Сольвотермальный синтез	8	8	-
3	<b>Лабораторная работа 9.</b> Полиольный синтез	2	2	-
3	<b>Лабораторная работа 10.</b> Гомогенное зародышеобразование	2	2	-
3	<b>Лабораторная работа 11.</b> Восстановительное осаждение	2	2	-
3	<b>Лабораторная работа 12.</b> Твёрдофазный синтез	2	2	-
3	<b>Лабораторная работа 13.</b> Электрохимическое анодирование	2	2	-

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Агрегатные состояния вещества. Фазовые диаграммы, фазовые переходы. Критический зародыш новой фазы.	7	Устный опрос
2	Принц-технология. Наногетероструктуры. Зондовые методы диагностики наноматериалов. Технологии изготовления зондов.	10	Устный опрос
3	Механизмы перекристаллизации. Метод Штобера. Аэрогели. Критическая точка. Метод сверхкритической сушки. Эвтектическая точка. Микроструктура эвтектик. Раствор-расплавный метод.	10	Устный опрос



## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы и экзамена.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами (заданиями).

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Вариант № 1**

1. Основные особенности наноматериалов.
2. Метод лазерной абляции.
3. Метод растворного горения.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

### а) печатные издания:

1. Цао, Г. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение / Г. Цао, Ин Ван; пер. с англ. 2-го изд.: А. И. Ефимова, С. И. Каргов; Науч. ред. рус. изд. В. Б. Зайцев; МГУ им. М. В. Ломоносова. Науч.-образоват. центр по нанотехнологиям. – М.: Научный мир, 2012. - 520 с.- ISBN 978-5-91522-224-2.

2. Фахльман, Б. Д. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б. Д. Фахльман; пер. с англ. Д. О. Чаркина, В. В. Уточниковой; Под ред. Ю. Д. Третьякова, Е. А. Гудилина. – Долгопрудный: Издат. дом "Интеллект", 2011. - 463 с. - ISBN 978-5-91559-029-7.

3. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. – Москва: Физматлит, 2008. - 454 с. - ISBN 978-5-9221-0988-8.

### б) электронные учебные издания:

1. Наноматериалы. Свойства и сферы применения : Учебник / Г. И. Джардималиева, К. А. Кыдралиева, А. В. Метелица, И. Е Уфлянд. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - 200 с. - ISBN 978-5-8114-7884-2 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 22.03.2023). - Режим доступа: по подписке.

2. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы : Учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 6-е изд., электрон. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 368 с. - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-93208-550-9 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 22.03.2023). - Режим доступа: по подписке.

## 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:  
<http://media.technolog.edu.ru> Учебный план, РПД и учебно-методические материалы.

Электронно-библиотечные системы:

<https://technolog.bibliotech.ru> «Электронный читальный зал – БиблиоТех»;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство IOP (Великобритания);

[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

<https://www.researchgate.net> – Доступ к коллекции различных научных публикаций.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Методы синтеза наноматериалов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение<sup>1</sup>.**

Microsoft Office, программа Vesta (для графического представления атомных структур неорганических веществ) – в свободном доступе.

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

База данных журналов РИНЦ.

База данных Crystallography Open Database (COD), Minicrist.

---

<sup>1</sup> В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы<sup>2</sup>.**

**Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.**

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.**

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран; проектор; компьютер; специализированная мебель, дистиллятор, шкафы вытяжные, весы аналитические, холодильник, шкаф сушильный, высокотемпературные печи, центрифуги, ультразвуковой диспергатор, магнитные мешалки, электрические мешалки; рентгеновский дифрактометр XRD-7000 (Shimadzu), высокотемпературная камера НТК-1200N (Anton Paar); ИК-Фурье спектрометр ФСМ-1202; пресс гидравлический ручной ПГР 400.

**Помещение для самостоятельной работы.**

Основное оборудование: столы; стулья; проектор; экран; компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

---

<sup>2</sup> В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Методы синтеза наноматериалов»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание <sup>3</sup>	Этап формирования <sup>4</sup>
ПК-1	Способен использовать современные методы синтетической химии для получения и модификации функциональных неорганических и композиционных материалов	начальный

<sup>3</sup> **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>4</sup> Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-1.1</b> Воспроизведение методики синтеза известных соединений и функциональных неорганических и композиционных материалов сложного состава	Дает определения наноматериалам и их свойствам, <b>рассказывает</b> об общих закономерностях формирования наноматериалов, <b>перечисляет</b> основные методы их получения (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-9 к экзамену.	Дает определения наноматериалам и их свойствам, рассказывает об общих закономерностях формирования наноматериалов, перечисляет основные методы их получения с ошибками.	Дает определения наноматериалам и их свойствам, рассказывает об общих закономерностях формирования наноматериалов, перечисляет основные методы их получения с помощью наводящих вопросов.	Дает определения наноматериалам и их свойствам, рассказывает об общих закономерностях формирования наноматериалов, перечисляет основные методы их получения. Может применить эти знания для решения своих научно-исследовательских задач.
	<b>Объясняет</b> принципы, лежащие в основе классификации методов синтеза, <b>сопоставляет</b> различные методы синтеза и <b>делает выводы</b> об их применимости для решения задач по получению наноматериалов (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 10-35 к экзамену, защита курсовой работы.	С ошибками объясняет принципы, лежащие в основе классификации методов синтеза, сопоставляет различные методы синтеза и делает выводы об их применимости для решения задач по получению наноматериалов	Объясняет принципы, лежащие в основе классификации методов синтеза, сопоставляет различные методы синтеза и делает выводы об их применимости для решения задач по получению наноматериалов с небольшими	Уверенно и без ошибок объясняет принципы, лежащие в основе классификации методов синтеза, сопоставляет различные методы синтеза и делает выводы об их применимости для решения задач по получению наноматериалов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
				подсказками преподавателя.	
	<b>Демонстрирует</b> навыки получения нанокристаллических неорганических материалов, <b>решает задачи</b> по подбору исходных реагентов для синтеза <b>выполняет алгоритмы</b> синтеза наноматериалов по известным методикам (Н-1)	Защита курсовой работы	Неуверенно демонстрирует навыки получения нанокристаллических неорганических материалов, решает задачи по подбору исходных реагентов для синтеза выполняет алгоритмы синтеза наноматериалов по известным методикам.	Демонстрирует навыки получения нанокристаллических неорганических материалов, решает задачи по подбору исходных реагентов для синтеза выполняет алгоритмы синтеза наноматериалов по известным методикам с небольшими ошибками.	Без ошибок демонстрирует навыки получения нанокристаллических неорганических материалов, решает задачи по подбору исходных реагентов для синтеза выполняет алгоритмы синтеза наноматериалов по известным методикам.
<b>ПК-1.2</b> Разработка и реализация новых схем синтеза функциональных неорганических и композиционных материалов с	<b>Дает определения</b> группам методов в соответствии с классификацией, <b>называет</b> основные преимущества и недостатки каждой из групп, <b>правильно выбирает</b> метод для синтеза материала с заданными свойствами (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 10-35 к экзамену.	Дает определения группам методов в соответствии с классификацией, называет основные преимущества и недостатки каждой из групп, правильно выбирает метод для синтеза материала с	Дает определения группам методов в соответствии с классификацией, называет основные преимущества и недостатки каждой из групп, правильно выбирает метод для синтеза материала с	Уверенно дает определения группам методов в соответствии с классификацией, называет основные преимущества и недостатки каждой из групп, правильно выбирает метод для

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
заданным набором свойств			заданными свойствами с ошибками.	заданными свойствами с помощью уточняющих вопросов.	синтеза материала с заданными свойствами.
	<b>Объясняет</b> необходимость использования определённого метода синтеза для получения желаемого результата, <b>определяет зависимость</b> свойств наноматериалов от параметров процесса из получения, <b>составляет рекомендации</b> по получению наночастиц и наноматериалов (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 10-35 к экзамену, защита курсовой работы.	С ошибками объясняет необходимость использования определённого метода синтеза для получения желаемого результата, определяет зависимость свойств наноматериалов от параметров процесса из получения, составляет рекомендации по получению наночастиц и наноматериалов	С подсказками объясняет необходимость использования определённого метода синтеза для получения желаемого результата, определяет зависимость свойств наноматериалов от параметров процесса из получения, составляет рекомендации по получению наночастиц и наноматериалов	Без нареканий объясняет необходимость использования определённого метода синтеза для получения желаемого результата, определяет зависимость свойств наноматериалов от параметров процесса из получения, составляет рекомендации по получению наночастиц и наноматериалов
	<b>Демонстрирует</b> навыки анализа разнообразных методик и технологических приемов создания наночастиц и наноматериалов, <b>разрабатывает</b> модификации	Защита курсовой работы.	Демонстрирует слабые навыки анализа разнообразных методик и технологических приемов создания	Демонстрирует навыки анализа разнообразных методик и технологических приемов создания наночастиц и	Демонстрирует уверенные навыки анализа разнообразных методик и технологических приемов создания наночастиц и наноматериалов,



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	существующих экспериментальных методик синтеза наночастиц и наноматериалов (Н-2)		наночастиц и наноматериалов, с трудом разрабатывает модификации существующих экспериментальных методик синтеза наночастиц и наноматериалов.	наноматериалов, разрабатывает модификации существующих экспериментальных методик синтеза наночастиц и наноматериалов с незначительной помощью преподавателя.	самостоятельно разрабатывает модификации существующих экспериментальных методик синтеза наночастиц и наноматериалов

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента**  
**по компетенции ПК-1:**

1. Основные этапы химического исследования.
2. Основные особенности наноматериалов.
3. Критический зародыш новой фазы.
4. Критический зародыш и критический кристаллит.
5. Фазовые диаграммы в химическом синтезе.
6. Классификации методов химического синтеза.
7. Классификация методов синтеза по размерам предшественника.
8. Основные особенности методов синтеза «сверху вниз».
9. Достоинства и недостатки методов синтеза «сверху вниз».
10. Механохимические методы синтеза.
11. Звукохимия и ультразвуковое диспергирование. Эксфолиация.
12. Детонационные методы синтеза.
13. Метод лазерной абляции.
14. Литографические методы.
15. Химическое травление в синтезе наноматериалов.
16. Основы Принц-технологии.
17. Наногетероструктуры и методы их получения.
18. Зондовые методы диагностики наноматериалов.
19. Основные особенности методов синтеза «снизу вверх».
20. Достоинства и недостатки методов синтеза «снизу вверх».
21. Методы осаждения и газовой фазы.
22. Методы получения тонких плёнок.
23. Методы растворной химии. Осаждение из жидкой фазы.
24. Рефлюксные методы. Полиольный синтез. Разложение мочевины.
25. Золь-гель технология.
26. Темплатный метод. Микрореакторный синтез.
27. Окислительно-восстановительное получение твёрдых фаз.
28. Метод растворного горения.
29. Электрохимические методы синтеза.
30. Сольвотермальный синтез.
31. Механизмы перекристаллизации.
32. Твёрдофазный синтез.
33. Раствор-расплавный метод.
34. Аэрогели.
35. Эвтектические фазы. Нанокерамика.

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.  
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4. Темы курсовых работ:**

1. Синтез наносвитков гидросиликатов со структурой хризотила.
2. Получение металлических наночастиц на оксидной матрице-носителе.
2. Синтез наночастиц металлов боргидридным методом.
3. Синтез магнитной жидкости на основе частиц  $Fe_3O_4$ .
4. Полиольный синтез наночастиц магнетита.
5. Синтез наночастиц диоксида марганца.
6. Синтез фотохромного золя триоксида вольфрама.
7. Создание термохромного покрытия на основе наночастиц диоксида ванадия.
8. Синтез наночастиц диоксида кремния.

9. Осаждение гидроксидных соединений при разложении мочевины и её аналогов.
10. Синтез фотокатализатора на основе наночастиц  $\text{TiO}_2$ .

**5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы и экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).