

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 15.09.2023 17:45:08
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
« 25 » июня 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ И
НАНОКОМПОЗИТОВ

Направление подготовки

28.04.03 Наноматериалы

Направленность программы магистратуры
Наноматериалы для Промышленности 4.0

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **механический**

Кафедра **теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| | | |
|------------------------|---------|-------------------------------------|
| Должность разработчика | Подпись | Ученое звание, фамилия, инициалы |
| Доцент | | Огурцов К.А. |

Рабочая программа дисциплины «Химические методы получения наноматериалов и нанокompозитов» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения

протокол от «06» июня 2019 № 8

Заведующий кафедрой

М.М.Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета

протокол от «21» июня 2019 № 11

Председатель

А.Н.Луцко

СОГЛАСОВАНО

| | | |
|-------------------------------------------------------------------|--|-----------------|
| Руководитель направления подготовки «Наноматериалы» | | М.М. Сычев |
| Директор библиотеки | | Т.Н.Старостенко |
| Начальник методического отдела учебно-методического управления | | Т.И.Богданова |
| Начальник учебно-методического управления | | С.Н.Денисенко |
| | | |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы | 04 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы..... | 06 |
| 3. Объем дисциплины | 06 |
| 4. Содержание дисциплины | |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий..... | 07 |
| 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций | 07 |
| 4.3. Занятия лекционного типа..... | 08 |
| 4.4. Занятия семинарского типа..... | 09 |
| 4.4.1. Семинары, практические занятия | 09 |
| 4.4.2. Лабораторные занятия..... | 09 |
| 4.5. Самостоятельная работа..... | 11 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине | 12 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации..... | 12 |
| 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины | 14 |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины | 14 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины..... | 15 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине | |
| 10.1. Информационные технологии..... | 15 |
| 10.2. Программное обеспечение..... | 15 |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы..... | 15 |
| 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы | 16 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья | 17 |

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

Для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения (дескрипторы) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ПК-1 Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением.</p> | <p>ПК-1.3 Выбор химических методов синтеза и исследования наноматериалов опираясь на фундаментальные знания о микро- и нано- материалах.</p> | <p>Знать: - о теоретических основах золь-гель технологии (ЗН-1); - свойства и методы синтеза наноматериалов (ЗН-2); - методы и приборы для анализа структуры и свойств наноматериалов и нанокompозитов (ЗН-3);</p> <p>Уметь: - выбрать наноматериалы для решения конкретной задачи (У-1); - выбирать методы исследования наноматериалов и нанокompозитов (У-2); - выявить взаимосвязь между структурой и свойствами, применять знание фундаментальных законов и теорий для целенаправленного изменения свойств объекта исследования (У-3).</p> <p>Владеть: - навыками работы с наноматериалами и нанокompозитами (Н-1); - экспериментальными методами получения и исследования наноматериалов и нанокompозитов (Н-2).</p> |
| <p>ПК-2 Способен участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и</p> | <p>ПК-2.2 Использование знания о свойствах наноматериалов и нанокompозитов для выбора оптимального метода их получения.</p> | <p>Знать: - свойства и области применения наноматериалов (ЗН-4); - основные термины и определения золь-гель технологии (ЗН-5);</p> <p>Владеть: -различными методами и технологиями получения нанокompозитов (Н-3);</p> |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения (дескрипторы) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| наноматериалов, изучения структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики. | ПК-2.6 Разработка новых химических методов получения наноматериалов и нанокompозитов. | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы технологий наноматериалов и нанокompозитов (ЗН-6); - принципы и физико-химические закономерности методов получения наноматериалов (ЗН-7). <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно приобретать новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний (У-4); - представлять результаты исследования (У-5); |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.В.01.03) и изучается на 1 курсе во 2 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов», «Структура и свойства наноматериалов», «Организация научного проекта» и «Особочистые вещества и материалы». Полученные в процессе изучения дисциплины «Химические методы получения наноматериалов и нанокompозитов» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы | Всего, ЗЕ/академ. часов |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов) | 5/180 |
| Контактная работа с преподавателем: | 96 |
| занятия лекционного типа | 32 |
| занятия семинарского типа, в т.ч. | 60 |
| семинары, практические занятия | - |
| лабораторные работы | 60 |
| курсовое проектирование (КР или КП) | - |
| КСР | 4 |
| другие виды контактной работы | - |
| Самостоятельная работа | 57 |
| Форма текущего контроля | Отчеты по лабораторным работам |
| Форма промежуточной аттестации | Экзамен (27) |

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 |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | | | Семинары и/или практические занятия | Лабораторные работы | | |
| 1. | Введение. Основные термины и определения золь-гель технологии. | 6 | - | 10 | 12 | ПК-1, ПК-2 |
| 2. | Золь-гель технология – химический метод синтеза микро- и нанокomпозиционных материалов | 5 | - | 10 | 10 | ПК-1, ПК-2 |
| 3. | Современные модельные представления о золь-гель процессах. Основы теории фракталов и перколяции | 5 | - | 10 | 10 | ПК-2 |
| 4. | Получение нанодисперсных материалов и нанопорошков | 6 | - | 10 | 8 | ПК-2 |
| 5. | Методы электрохимии в технологии наноматериалов | 5 | - | 10 | 8 | ПК-1, ПК-2 |
| 6. | Экспериментальные методы исследования наноматериалов и нанокomпозитов | 5 | - | 10 | 9 | ПК-1 |

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

| № п/п | Код индикаторов достижения компетенции | Наименование раздела дисциплины |
|-------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | ПК-1.3 | Введение. Основные термины и определения золь-гель технологии. Экспериментальные методы исследования наноматериалов и нанокomпозитов. Золь-гель технология – химический метод синтеза микро- и нанокomпозиционных материалов. Методы электрохимии в технологии наноматериалов. |
| 2. | ПК-2.2 ПК-2.6 | Введение. Основные термины и определения золь-гель технологии. Золь-гель технология – химический метод синтеза микро- и нанокomпозиционных материалов. Современные модельные представления о золь-гель процессах. Основы теории фракталов и перколяции. Получение нанодисперсных материалов и нанопорошков. Методы электрохимии в технологии наноматериалов. |

4.3. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| 1 | <p>Введение. Основные термины, определения, методы и подходы золь-гель технологии.</p> <p>Введение. История развития наноматериалов и нанокompозитов. Современное состояние синтеза и применения наноматериалов и нанокompозитов. Золь-гель процесс и его стадии. Коллоидные и полимерные золи. Мицеллообразование. Принципы и физико-химические закономерности золь-гель синтеза.</p> | 6 | |
| 2 | <p>Золь-гель синтез как метод получения микро- и наноматериалов.</p> <p>Золь-гель синтез многокомпонентных неорганических и органо-неорганических материалов и наноразмерных пленок. Темплатный синтез. Классификации и свойства дисперсных систем и продуктов золь-гель синтеза. Методы получения полимерных и коллоидных золь-гелей. Перспективы науки и техники по синтезу наноматериалов и нанокompозитов. Особенности синтеза пленкообразующих золь-гель композиций. Получение и свойства супергидрофобных покрытий. Получение и свойства супергидрофильных покрытий.</p> | 5 | Интерактивные лекции |
| 3 | <p>Современные модельные представления о золь-гель процессах. Основы теории фракталов и перколяции.</p> <p>1. Понятие о фрактальных системах и их классификация. 2. Количественные характеристики фракталов. 3. Основные модели роста фракталов. 4. Теория перколяции. 5. Примеры нанокompозитов с фрактальной и перколяционной структурами.</p> | 5 | Интерактивные лекции |
| 4 | <p>Получение нанодисперсных материалов и нанопорошков.</p> <p>Гидротермальный синтез наночастиц различного состава и формы. Химическое осаждение нанодисперсных порошков из растворов. Золь-гель метод получения порошков.</p> | 6 | |
| 5 | <p>Методы электрохимии в технологии наноматериалов.</p> <p>1. Получение нанопористых материалов методом электрохимического анодирования. 2. Основные принципы электрофоретического</p> | 5 | |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| | осаждения неорганических покрытий из коллоидных дисперсий. 3. Синтез органических полимеров. | | |
| 6 | Экспериментальные методы исследования наноматериалов и нанокompозитов. 1. Метод малоуглового рассеяния рентгеновских лучей (МУРР). 2. Применение метода МУРР для анализа золь-гель процессов. 3. Особенности исследования нанокompозитов с многоуровневой фрактальной структурой. 4. Методики нанодиагностики эволюции фрактальных структур. | 5 | Мастер-класс |

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

4.4.2. Лабораторные занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | Основные термины, определения, методы и подходы золь-гель технологии Современное состояние синтеза и применения наноматериалов и нанокompозитов. Ознакомление с золь-гель процессом и его стадиями. Принципы и физико-химические закономерности золь-гель синтеза на примере коллоидных и полимерных золей. | 10 | |
| 2 | Золь-гель технология – метод получения покрытий и мембранных материалов Золь-гель синтез многокомпонентных неорганических и органо-неорганических материалов и наноразмерных пленок. Классификации и свойства дисперсных систем и продуктов золь-гель синтеза. Методы получения полимерных и коллоидных золей. Перспективы науки и техники по синтезу наноматериалов и нанокompозитов. Особенности синтеза пленкообразующих золь-гель композиций. Получение и свойства супергидрофобных покрытий. Получение и свойства супергидрофильных покрытий. | 10 | |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Иновационная форма |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 3 | <p>Современные модельные представления о золь-гель процессах. Основы теории фракталов и перколяции.</p> <p>1. Понятие о фрактальных системах и их классификация. 2. Определение количественных характеристик фракталов. 3. Основные модели роста фракталов. 4. Теория перколяции на практике. 5. Исследование свойств нанокомпозитов с фрактальной и перколяционной структурами.</p> | 10 | |
| 4 | <p>Получение нанодисперсных материалов и нанопорошков.</p> <p>Гидротермальный синтез наночастиц различного состава и формы. Химическое осаждение нанодисперсных порошков из растворов. Золь-гель метод получения порошков.</p> | 10 | |
| 5 | <p>Методы электрохимии в технологии наноматериалов.</p> <p>1. Получение нанопористых материалов методом электрохимического анодирования. 2. Основные принципы электрофоретического осаждения неорганических покрытий из коллоидных дисперсий. 3. Синтез органических полимеров.</p> | 10 | |
| 6 | <p>Экспериментальные методы исследования наноматериалов и нанокомпозитов.</p> <p>1. Метод малоуглового рассеяния рентгеновских лучей (МУРР). 2. Применение метода МУРР для анализа золь-гель процессов. 3. Особенности исследования нанокомпозитов с многоуровневой фрактальной структурой. 4. Методики нанодиагностики эволюции фрактальных структур.</p> | 10 | Мастер-класс |

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|
| 1 | <p>Введение. История получения наночастиц. История развития наноматериалов и нанокомпозитов. Современное состояние синтеза и применения наноматериалов и нанокомпозитов. Перспективы науки и техники по синтезу наноматериалов и нанокомпозитов. История формирования нанокомпозитов на волокнистой основе.</p> <p>Основные термины и определения золь-гель технологии. Золь-гель процесс и его стадии. Коллоидные и полимерные золи. Классификации и свойства дисперсных систем. Методы получения полимерных и коллоидных золь-гелей.</p> | 12 | Устный опрос |
| 2 | <p>Золь-гель синтез как метод получения наноматериалов. 1. Получение, особенности состава и структуры супергидрофобных и супергидрофильных покрытий. 2. Получение и применение наноразмерных пленок для оптики и электронной техники. Получение мембранных протонпроводящих материалов.</p> | 10 | Устный опрос |
| 3 | <p>Современные модельные представления о золь-гель процессах. Основы теории фракталов и перколяции. 1. Понятие о фрактальных системах и их классификация. 2. Количественные характеристики фракталов. 3. Основные модели роста фракталов. 4. Теория перколяции. 5. Примеры нанокомпозитов с фрактальной и перколяционной структурами.</p> | 10 | Устный опрос |
| 4 | <p>Получение нанодисперсных материалов и нанопорошков. Гидротермальный синтез наночастиц различного состава и формы. Методы химического осаждения нанодисперсных порошков из растворов.</p> | 8 | Устный опрос |
| 5 | <p>Методы электрохимии в технологии наноматериалов. 1. Получение нанопористых материалов методом электрохимического анодирования. 2. Основные принципы электрофоретического осаждения неорганических покрытий из коллоидных дисперсий. 3. Получение органических полимеров.</p> | 8 | Устный опрос |

| | | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------|
| 6 | Экспериментальные методы исследования наноматериалов и нанокompозитов. Метод малоуглового рассеяния рентгеновских лучей (МУРР). 2. Применение метода МУРР для анализа золь-гель процессов. 3. Особенности исследования нанокompозитов с многоуровневой фрактальной структурой. 4. Методики нанодиагностики эволюции фрактальных структур. 5. Исследование стекловидных покрытий с помощью атомно-силового и оптического микроскопа. | 9 | 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: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Текущий контроль заключается в сдаче отчетов по лабораторным работам и ответы на устный опрос.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов и практическое задание, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта заданий на экзамене:

Вариант № 1

1. Особенности золь-гель синтеза золей на основе тетраэтоксисилана, содержащих легирующие неорганические соединения (на примере фосфоросиликатных или боросиликатных золей).
2. Какие основные этапы процесса химического осаждения порошков? Какие «плюсы» и «минусы» есть у этого метода получения нанопорошков? Какие технологические условия необходимы для осуществления процесса химического осаждения?

Практическое задание: Сравнить между собой результаты МУРН и СЭМ оценки размеров наночастиц.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Примерные темы для опроса:

1. История получения наночастиц.
2. История развития наноматериалов и нанокompозитов.
3. Современное состояние синтеза и применения наноматериалов и нанокompозитов.
4. Перспективы науки и техники по синтезу наноматериалов и нанокompозитов.
5. История формирования нанокompозитов на волокнистой основе.
6. Золь-гель процесс и его стадии. Коллоидные и полимерные золи. Классификации и свойства дисперсных систем.
7. Методы получения полимерных и коллоидных золей.
8. Получение, особенности состава и структуры супергидрофобных и супергидрофильных покрытий.
9. Получение и применение наноразмерных пленок для оптики и электронной техники.
10. Получение мембранных протонпроводящих материалов
1. Понятие о фрактальных системах и их классификация.
11. Количественные характеристики фракталов.
12. Основные модели роста фракталов.
13. Теория перколяции.
14. Примеры нанокompозитов с фрактальной и перколяционной структурами
15. Гидротермальный синтез наночастиц различного состава и формы. Методы химического осаждения нанодисперсных порошков из растворов.
16. Получение нанопористых материалов методом электрохимического анодирования дисперсий.
17. Получение органических полимеров.
18. Метод малоуглового рассеяния рентгеновских лучей (МУРР).
19. Применение метода МУРР для анализа золь-гель процессов.
20. Особенности исследования нанокompозитов с многоуровневой фрактальной структурой.
21. Методики нанодиагностики эволюции фрактальных структур.
22. Исследование стекловидных покрытий с помощью атомно-силового и оптического микроскопа.

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Нанотехнологии и специальные материалы: учебное пособие для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Прихна, С.А. Вологжанина, А.П. Петкова; под ред. Ю.П. Солнцева. – СПб.: Химиздат, 2009. – 335 с.
2. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы: учебное пособие для вузов / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин; под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.:Физматлит, 2010. – 452 с.
3. Исследование наноструктур с применением сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие / К. Л. Васильева, О. М. Ищенко, Е. А. Соснов, А. А. Малыгин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. нанотехнологии и материалов электрон. техники. - СПб. : 2010. - 63 с. (+ЭБ).
4. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники. Часть 1.: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника»./ А.А. Раскин. – М.: Бином, 2015.- 167 с.
5. Рошин В.М. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники. Часть 2.: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника». / В.М. Рошин. – М.: Бином, 2010, 180 с.
6. Суздальев, И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздальев. – 2-е изд. Испр. – М.: Кн. Дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 589 с.
7. Александров, С. Е. Технология полупроводниковых материалов: Учебное пособие / С. Е. Александров, Ф. Ф. Греков. - 2-е изд., испр. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2012. - 230 с.
8. Русинов, Л.А. Методы и средства измерений параметров качества нанотехнологических процессов и характеристик химических наноматериалов: Учебное пособие / Л. А. Русинов, Л. В. Новиков ; СПбГТИ(ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. пром-сти. - СПб.;, 2012. - 102 с.

б) электронные издания:

1. Богданов, С.П. Рентгеноструктурный анализ углеродистых материалов: Методические указания / С. П. Богданов; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электротерм. и плазмохим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: 2013. - 26 с. (ЭБ).
2. Орданьян, С. С. Технология наноструктурированных керамических материалов. Новые керамические инструментальные материалы: учебное пособие / С. С. Орданьян, И. Б. Пантелеев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии тонкой техн. керамики. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - 86 с. (ЭБ)

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

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

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

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

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

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 - 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.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Химические методы получения наноматериалов и нанокompозитов» 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.

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

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 приходиться, 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.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- OpenOffice.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.

2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения мастер классов и демонстрации практической исследовательской работы используется следующее оборудование:

1. Комплекс электрических измерений наноструктур (RLC метр E7-20, вольтметр универсальный электрометрический В7Э-42, комплекс измерительный К505, источник калиброванных напряжений, электрометр Keithley, генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123, мегомметр ПС-1, источник питания постоянного тока Б5-44);
2. Комплекс спектральных измерений (Атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915, сканирующий электронный микроскоп Tescan Vega 3 SBH, дифрактометр рентгеновский Rigaku Smartlab, спектрофотометры СФ-46, СФ-56, спектроколориметр ТКА-ВД, яркомер ФПЧ-УХЛ4, лазерный микроанализатор LMA -10, ИК-микроскоп со спектрофотометром Nicolet FT-IR, спектрофлуориметр AvaSpec-3648, исследовательский радиометр IL1700, микроскоп люминесцентный ЛЮМАМ);
3. Комплекс оптических измерений (15 металлографических микроскопов МИМ-4, МИМ-6, МИМ-8, универсальный измерительный микроскоп УИМ-21, рефрактометр ИРФ-23, 2 минералогических микроскопа МИН-8, 2 микротвердомера ПМТ-3,)
4. Установка молекулярного наслаивания,
5. Установка измерения полярной и неполярной составляющих свободной поверхностной энергии;
6. Анализатор размера частиц;
7. Дилатометр кварцевый ДКВ-4,
8. Ротационный вискозиметр «Rheotest»,
9. Пресса CarlZeisse Jena усилием 10 и 30 т.;
10. Две ультразвуковые ванны УЗУ- 0.25;
11. Весы электронные аналитические ALC-210d4, электронные технические ЕТ-300;
12. Весы механические ВНЦ, ВКЛ-500М, ВЛР-200, WA-21;
13. Три бокса 7БП1-ОС;
14. Вакуумные сушильные шкафы SPT-200,
15. Электропечи лабораторные SNOL 6,7/1300, РЭМ 24/87, МП-2УМ и др. с рабочей температурой до 1600⁰С;

16. Термометры, термопары;
17. Бидистилляторы стеклянные БС, дистилляторы ДЭ-4,
18. Магнитные мешалки ММ-5;
19. Стеклянная посуда: колбы, мерные цилиндры, водоструйный насос, холодильник, чашки Петри, колба Бунзена, воронка Бюхнера.

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.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Химические методы получения наноматериалов и нанокompозитов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

| Индекс компетенции | Содержание | Этап формирования |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ПК-1 | Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением. | промежуточный |
| ПК-2 | Способен участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов, изучения структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики. | промежуточный |

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) |
| ПК-1.3 Выбор химических методов синтеза и исследования наноматериалов опираясь на фундаментальные знания о микро- и нано- материалах. | Знает о теоретических основах золь-гель технологии (ЗН-1) | Ответы на вопросы №1-2 к экзамену | Имеет общее представление о золь-гель процессе. | Знает что такое золь. Что такое гель. Что такое золь-гель процесс. | Знает основные понятия и определения золь-гель технологии. Владеет теоретическими основами золь-гель технологии и ее современным состоянием. |
| | Знает свойства и методы синтеза наноматериалов (ЗН-2) | Ответы на вопросы №5-6,8 к экзамену | Имеет общее представление о свойствах и методах синтеза наноматериалов. | Знает основные химические методы синтеза наноматериалов, с небольшими подсказками воспроизводит их достоинства и недостатки, области применения, в т.ч. для псевдоконденсаторов, супергидрофобных покрытий. | Знает основные химические методы синтеза наноматериалов, без подсказок воспроизводит их достоинства и недостатки, области применения, свойства получаемых материалов, в т.ч. для псевдоконденсаторов, супергидрофобных покрытий. |
| | Знает методы и приборы для анализа структуры и свойств наноматериалов и нанокомпозитов (ЗН-3) | Ответы на вопросы №3,4,7 к экзамену | Имеет общее представление об фракталах и основных его свойствах. | Знает особенности использования фрактальных характеристик в золь-гель технологии. | Знает особенности использования фрактальных характеристик в золь-гель технологии и методики расчета |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| | | | | | фрактальных характеристик. |
| Умеет выбрать наноматериалы для решения конкретной задачи (У-1) | Ответы на вопросы №10, 12, 15 к экзамену | Имеет представление о нанопленках и методах их изготовления и областях их применения. | Может выбрать подходящий материал из ряда предложенных материалов для решения поставленных технических задач в области нанесения нанопленок. | Может самостоятельно подобрать подходящий материал для решения поставленных технических задач в области нанесения нанопленок. | |
| Умеет выбирать методы исследования наноматериалов и нанокомпозитов (У-2) | Ответы на вопросы №14, 16 к экзамену Отчет по лабораторной работе | Имеет представление о методах исследования тонких пленок. | Способен выбрать требуемые методы исследования нанопленок, в том числе нанокмпозиционных, из ряда предложенных, для решения поставленных технических задач. | Способен самостоятельно выбрать требуемые методы исследования нанопленок, в том числе нанокмпозиционных, для решения поставленных технических задач. | |
| Умеет выявить взаимосвязь между структурой и свойствами, применять знание фундаментальных законов и теорий для целенаправленного изменения свойств объекта исследования (У-3) | Ответ на вопрос №9 к экзамену Отчет по лабораторной работе | Имеет представление о методах получения нанопорошков, их структуре и свойствах. | Выявляет взаимосвязь между методом получения, структурой и свойствами нанопорошков, с небольшими подсказками применяет знание фундаментальных законов и теорий для объяснения результатов исследования, вычленяет главные | Выявляет взаимосвязь между методом получения, структурой и свойствами нанопорошков, самостоятельно применяет знание фундаментальных законов и теорий для объяснения результатов исследования, вычленяет главные | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | факторы, влияющие на уровень свойств, оценивает значимость полученных экспериментальных данных и ошибок эксперимента. | факторы, влияющие на уровень свойств, оценивает значимость полученных экспериментальных данных и ошибок эксперимента. |
| | Владеет навыками работы с наноматериалами и нанокompозитами (Н-1) | Ответ на вопрос № 11 к экзамену Отчет по лабораторной работе | Имеет представление о методах и методиках работы с наноматериалами и нанокompозитами. | Способен выбрать требуемые методы и методики работы с наноматериалами и нанокompозитами из числа предложенных. | Способен самостоятельно выбрать требуемые методы и методики работы с наноматериалами и нанокompозитами. |
| | Владеет экспериментальными методами получения и исследования наноматериалов и нанокompозитов (Н-2) | Ответы на вопросы № 13, 17, 18, к экзамену Отчет по лабораторной работе | Воспроизводит термины, основные понятия, знает методы и процедуры эксперимента в области наноматериалов и нанокompозитов. | Выявляет главные факторы, влияющие на уровень свойств, с небольшими ошибками оценивает значимость полученных экспериментальных данных и ошибок эксперимента в области наноматериалов и нанокompозитов. | Выявляет главные факторы, влияющие на уровень свойств, самостоятельно оценивает значимость полученных экспериментальных данных и ошибок эксперимента в области наноматериалов и нанокompозитов. |
| ПК-2.2 Использование знания о свойствах наноматериалов и нанокompозитов для выбора оптимального метода их | Знает свойства и области применения наноматериалов (ЗН-4) | Ответы на вопросы № 22, 24 к экзамену | Воспроизводит термины, основные понятия, знает о производственных рисках. | Имеет представление о потенциальных рисках при производстве наноматериалов. | Анализирует производственные риски при выборе наноматериала. |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| получения. | Знает основные термины и определения золь-гель технологии (ЗН-5) | Ответ на вопрос №19 к экзамену | Имеет представление о золь-гель технологии. | Знает определения золь, прекурсор, гидролиз, поликонденсация, гель, ксерогель. | Знает особенности золь-гель синтеза, может привести примеры прекурсора, и каким требованиям он должен отвечать. |
| | Владеет различными методами и технологиями получения нанокompозитов (Н-3) | Ответ на вопрос № 20 к экзамену | Имеет представление о методах получения нанокompозитов. | Способен выбрать подходящий метод получения нанокompозита из числа предложенных. | Способен самостоятельно выбрать подходящий метод получения нанокompозита. |
| ПК-2.6 Разработка новых химических методов получения наноматериалов и нанокompозитов. | Знает основы технологий наноматериалов и нанокompозитов (ЗН-6) | Ответы на вопросы № 25-28 к экзамену | Имеет представление об актуальных проблемах в области разработки и синтеза наноматериалов. | Знает основные технологические приемы и сложности при производстве наноматериалов. | Знает основные технологические приемы и сложности при производстве наноматериалов, методы контроля качества наноматериалов и нанокompозитов, изделий на их основе. |
| | Знает принципы и физико-химические закономерности методов получения наноматериалов (ЗН-7) | Ответы на вопросы № 21 к экзамену | Имеет представление о модели двойного электрического слоя (Штерна). | Знает модель двойного электрического слоя (Штерна). Знает уравнение Смолуховского для электрофоретической скорости движения частицы. Имеет представление о консолидации объемных нанокристаллических материалах. | Знает модель двойного электрического слоя (Штерна). Знает уравнение Смолуховского для электрофоретической скорости движения частицы. Знает особенности консолидации объемных нанокристаллических материалов. |

| | | | | | |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Умеет самостоятельно приобретать новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний (У-4)</p> | <p>Ответы на вопросы № 23 к экзамену Отчет по лабораторной работе</p> | <p>Имеет представление об актуальных проблемах в области разработки, синтеза и применения наноматериалов.</p> | <p>Умеет пользоваться технологиями информационно-образовательной среды и поиска информации в компьютерных сетях проблемах в области разработки, синтеза и применения наноматериалов.</p> | <p>Умеет самостоятельно пользоваться технологиями информационно-образовательной среды и поиска информации в компьютерных сетях проблемах в области разработки, синтеза и применения наноматериалов. Знает актуальные нерешённые проблемы в области разработки и синтеза наноматериалов.</p> |
| | <p>Умеет представлять результаты исследования (У-5)</p> | <p>Ответы на вопросы № 29 к экзамену Отчет по лабораторной работе</p> | <p>Знает форму и содержание научного отчета.</p> | <p>Владеет основными навыками составления научных отчетов и написания научных статей.</p> | <p>Способен самостоятельно подготовить научный отчет, статью, оценить научную и прикладную значимость своей разработки. Самостоятельно формулирует выводы, оценивает соответствие выводов полученным данным.</p> |

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Для получения экзамена должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

Теоретический вопрос:

1. Общая характеристика наноматериалов и нанотехнологий. Основные понятия и определения. История развития наноматериалов и нанотехнологий и современное состояние отрасли.
2. Что такое золь? Что такое гель? Что такое золь-гель процесс?
3. Почему используют фрактальные характеристики в золь-гель технологии?
4. Какие методы исследований используют для изучения эволюции структуры и размеров наночастиц.
5. Общие сведения о наноразмерных структурах. Механические свойства. Термодинамические свойства. Электрические свойства. Магнитные свойства.
6. Проводящие полимеры, как перспективные материалы для изготовления электродов псевдоконденсатора (на примере политиофена). Чем обусловлена возможность использования политиофена как электрода для псевдоконденсатора? Какими способами синтезируется политиофен? Что такое электрическая емкость электрода?
7. Что такое фрактал, основное свойство фрактала? Классификация фракталов, привести примеры. Что характеризует фрактальная размерность?
8. Дайте определение лио-, олео-, гидро- и супергидрофобности. Какие технологии получения супергидрофобных покрытий Вы знаете? Характеристика, особые уникальные свойства, перспективные направления применения супергидрофобных покрытий и материалов. Какие численные характеристические параметры принято использовать при описании гидрофобного (супергидрофобного) покрытия?
9. Какие основные этапы процесса химического осаждения порошков? Какие «плюсы» и «минусы» есть у этого метода получения нанопорошков? Какие технологические условия необходимы для осуществления процесса химического осаждения? Как можно снизить степень агломерации соосаждаемых порошков?
10. Функции протонопроводящей мембраны в топливном элементе. Требования к материалу протонопроводящей мембраны.
11. Классификация наноструктур. Материалы и формирование одномерных, двумерных и трехмерных наноструктур.
12. Материалы для функциональных слоев твердооксидных топливных элементов. Химические методы получения материалов для функциональных слоев твердооксидных топливных элементов.
13. Какие методы нанесения тонких пленок из золь Вы знаете? Какие процессы происходят при нанесении пленок из золь методом центрифугирования.
14. Как можно визуально и с какой точностью оценить толщину получаемых пленок? Какие методы определения морфологии поверхности тонких пленок Вы знаете?
15. Структура и принцип работы топливного элемента на примере низкотемпературного водородно-воздушного топливного элемента. Типы топливных элементов. Недостатки низкотемпературных водородно-воздушных топливных элементов, препятствующие их повсеместному внедрению.
16. Электрофизические и электрохимические методы исследования функциональных материалов электрохимических систем – на примерах спектроскопии импеданса и циклической вольтамперометрии.

17. Метод атомно-силовой микроскопии. Принцип действия атомно-силового микроскопа. Используемые режимы исследования. Достоинства и недостатки метода. Ограничения для объектов исследования. Какие параметры тонких пленок можно определить с помощью АСМ?

18. Какие параметры тонких пленок можно определить с помощью АСМ?

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

Теоретический вопрос:

19. Особенности золь-гель синтеза зольей на основе тетраэтоксисилана, содержащих легирующие неорганические соединения (на примере фосфоросиликатных или боросиликатных зольей). Дать определение понятиям: золь, прекурсор, гидролиз, поликонденсация, гель, ксерогель. Приведите примеры прекурсоров золь-гель синтеза. Каким требованиям должен отвечать прекурсор золь-гель синтеза?

20. Какие основные преимущества золь-гель процесса по сравнению с порошковыми методами синтеза материалов? Чем отличается золь-гель процесс от химического осаждения из растворов? Каков механизм золь-гель процесса? Для производных каких элементов характерен золь-гель процесс? Почему для оксидов (гидроксидов) большинства металлов золь-гель процесс нехарактерен? Какие типы материалов можно получать, используя золь-гель процесс?

21. Чем характеризуется модель двойного электрического слоя ДЭС, предложенная Штерном? Уравнение Смолуховского для электрофоретической скорости движения частицы.

22. Что такое гидрофобизаторы? Химические соединения и функциональные группы соединений, которые наиболее часто выступают в качестве гидрофобного наполнителя? Какие гидрофобизирующие вещества Вы знаете, приведите примеры. Определение понятий адгезия и когезия. Как определяется работа адгезии (уравнение Юнга-Дюпре)? Почему удобно использовать данное уравнение для нахождения работы адгезии?

23. Каково строение коллоидной мицеллы? Каковы основные причины образования ДЭС? Что такое электрокинетический потенциал и его роль в электрофоретическом процессе?

24. Что такое электрофорез, к какой группе явлений он относится? Какими свойствами должны обладать дисперсионная среда и дисперсная фаза, используемые в процессе электрофоретического осаждения ЭФО? Область применения технологии ЭФО.

25. Технологии получения порошковых наночастиц.

26. Методы получения аморфных сплавов.

27. Технологии нанесения нанопленок и нанопокровов.

28. Преимущества и недостатки различных методов синтеза наноматериалов.

Практическое задание:

29. Сравнить между собой различные предложенные методики исследования одного из свойств материала.

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

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