

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 29.09.2023 09:45:56  
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  
«27» марта 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В НАНОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМАХ**

Направление подготовки

**04.04.01 Химия**

Направленность программы магистратуры  
**Физическая химия и химия твердого тела**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **физической химии**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Е.А. Тугова

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические процессы в наноразмерных системах» обсуждена на заседании кафедры физической химии протокол от «05» февраля 2019 № 6

Заведующий кафедрой

С.Г.Изотова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов, протокол от «21» марта 2019 № 6

Председатель

С.Г.Изотова

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		доцент С.Г. Изотова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	07
3. Объем дисциплины .....	07
4. Содержание дисциплины.....	08
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	08
4.2. Занятия лекционного типа.....	09
4.3. Занятия семинарского типа.....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	10
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	14
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	15
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	16
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	16
Приложение: Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	17

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

В результате 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><b>ПК-1</b> Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-1.ДВ.03.01.1 Способность применять навыки теоретического исследования процессов формирования, строения и свойств наноструктур и нанообъектов</p>	<p><b>Знать:</b> общие закономерности формирования, основные методы получения и исследования наноразмерных систем <b>Уметь:</b> анализировать процессы, протекающие в наноразмерных системах <b>Владеть:</b> фундаментальными знаниями о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне</p>
	<p>ПК-1.ДВ.03.01.2 Владение физико-химическими основами синтеза нанообъектов</p>	<p><b>Знать:</b> основные методы получения наноразмерных систем <b>Уметь:</b> синтезировать наноразмерные объекты <b>Владеть:</b> методиками проведения синтеза наноразмерных систем</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	ПК-1.ДВ.03.01.3 Владение навыками выбирать необходимое программное обеспечение для решения исследовательских и прикладных задач физико-химическими методами исследования и использовать его.	<b>Знать:</b> принципы и методы исследования и диагностики наночастиц наноматериалов, наносистем <b>Уметь:</b> выбирать методы и составлять практические рекомендации по исследованию наночастиц, наноматериалов, наносистем; <b>Владеть:</b> навыками анализа разнообразных методик и технологических приемов создания и исследования наноструктур с целью выбора наиболее подходящих при решении конкретной задачи
<b>ПК-2</b> Способен проводить поиск научной информации в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.ДВ.03.01.1 Способность выявлять особенности новых функциональных наноматериалов и технологических процессов и приемов в nanoиндустрии	<b>Знать:</b> теоретические основы и современные научные достижения в области нанотехнологий; <b>Уметь:</b> понимать основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной отрасли знаний; <b>Владеть:</b> навыками использовать теоретические основы химических наук и развивать подходы к исследованию физико-химических процессов в наноразмерных системах
	ПК-2.ДВ.03.01.2 Способность проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств для решения физико-химических задач нанотехнологии	<b>Знать:</b> основные приемы сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по основам нанотехнологии <b>Уметь:</b> выполнять поиск научно-технической информации по физико-химическим процессам в наноразмерных системах <b>Владеть:</b>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	ПК-2.ДВ.03.01.3 Владение навыками анализа и составления обзоров научно-технической литературы по физико-химическим основам нанотехнологии с привлечением современных информационных технологий	навыками анализа и обобщения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по современным наукоемким нанотехнологиям  <b>Знать:</b> специальные термины, определения, классификацию, в том числе, и на английском языке и их перевод, составляющих основы физико-химических процессов нанообъектов <b>Уметь:</b> выполнять поиск научно-технической информации по проблемам и достижениям нанотехнологии с использованием глобальных информационных ресурсов <b>Владеть:</b> навыками к самостоятельному выбору метода и объекта исследования, основываясь на проведенном анализе научной литературы по нанотехнологии

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физико-химические процессы в наноразмерных системах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры.

Изучается на 1 курсе магистратуры во втором семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Высшая математика», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физическая химия поверхностных явлений и наноматериалов», «Кристаллография», «Неравновесная термодинамика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Физико-химические процессы в наноразмерных системах» знания, умения и навыки позволят магистранту квалифицированно подходить к постановке задач, выбору объектов исследования при решении научных проблем, возникающих при прохождении научно-исследовательской практики, при выполнении научно-исследовательской работы и подготовке магистерской диссертации.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>74</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	2
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>34</b>
<b>Другие виды работы (контроль)</b>	<b>36</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	устный опрос
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен

#### 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	Лабораторные работы			
1	Классификация наноразмерных систем, наночастиц, наноструктур, наноматериалов и общие закономерности их формирования	8	4	-	7	ПК-1	ПК-1.ДВ.03.01.1
2	Физико-химические основы процессов образования наноструктур и получения наноматериалов, в том числе, в квазиодномерных и квазидвумерных системах	12	4	-	7	ПК-1	ПК-1.ДВ.03.01.2
3	Пористые структуры и методы их исследования. Методы создания наноструктур внутри нанопористых матриц	6	4	8	7	ПК-2	ПК-2.ДВ.03.01.1 ПК-2.ДВ.03.01.2 ПК-2.ДВ.03.01.3
4	Агрегативная устойчивость дисперсий наночастиц. Понятие наножидкости, особенности поведения наножидкостей и жидкостей в наноканалах	4	-	4	6	ПК-2	ПК-2.ДВ.03.01.1 ПК-2.ДВ.03.01.2 ПК-2.ДВ.03.01.3
5	Принципы и методы исследования и диагностика наночастиц, наноматериалов, наносистем	6	6	6	7	ПК-1	ПК-1.ДВ.03.01.3



#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><b>Тема 1. Классификация наноразмерных систем, наночастиц, наноструктур, наноматериалов и общие закономерности их формирования</b>                      Общая классификация наноразмерных объектов. Общие закономерности образования нанодисперсных систем. Термодинамические принципы формирования наночастиц. Процессы самоорганизации и их особенности. Синергетические принципы процессов самоорганизации. Методы получения наноразмерных объектов.</p>	8	Лекция-визуализация
2	<p><b>Тема 2. Физико-химические основы процессов образования наноструктур и получения наноматериалов, в том числе, в квазиодномерных и квазидвумерных системах</b>                      Фазовые равновесия в наноразмерных системах. Нанонити, нанотрубки, нанострержни, нанопояса. Углеродные нанотрубки. Открытие, исследование, практическое использование. Механизмы роста нанотрубок. Поиск и синтез неорганических соединений, обладающих тубулярным строением. Практический интерес.                      Кинетика и термодинамика процессов роста пленок. Механизмы роста пленок. Методы получения пленок.</p>	12	Лекция-визуализация
3	<p><b>Тема 3. Пористые структуры и методы их исследования. Методы создания наноструктур внутри нанопористых матриц</b>                      Нанопористые материалы. Матрицы с регулярной структурой пор: цеолиты, мезопористые молекулярные сита, искусственные опалы, хризотилловые асбесты. Получение пористых материалов с заданным размером. Границы зерен в наноструктурных материалах.</p>	6	Лекция-визуализация
4	<p><b>Тема 4. Агрегативная устойчивость дисперсий наночастиц. Понятие наножидкости, особенности поведения наножидкостей и жидкостей в наноканалах</b>                      Магнитные наножидкости.</p>	4	Лекция-визуализация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<p><b>Тема 5. Принципы и методы исследования и диагностика наночастиц, наноматериалов, наносистем</b></p> <p>Комплексное исследование особенностей строения: ИК-, КР- и мессбауэровская спектроскопия, рентгеновская дифрактометрия (в том числе, полнопрофильного рентгеноструктурный анализ);</p> <p>Методы определения формы и размерных параметров нанообъектов: электронная микроскопия (просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия), атомно-силовая и туннельная микроскопия, определение размера частиц методом динамического светорассеяния, методом рентгеновской дифракции на малых и больших углах, по изотермам адсорбции инертных газов в сопоставлении с данными гелиевой пикнометрии</p> <p>Методы определения структурных трансформаций, фазовых превращений и тепловых эффектов методами комплексного термического анализа и калориметрии.</p>	6	Лекция-визуализация

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Определение признаков консервативной и диссипативной самоорганизации.</p> <p>Ультразвуковое воздействие и микроволновая обработка как методы интенсификации процессов зародышеобразования. Суть подходов «сверху – вниз» и «снизу – вверх».</p>	4	занятие – конференция
2	<p>Расчет максимального диаметра одностенной углеродной нанотрубки, которая может поместиться в углеродной нанотрубке заданного диаметра. Механизмы роста нанотрубок</p>	4	занятие – конференция

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
3	Определение структурных типов цеолитов для синтеза наночастиц. Неуглеродные нанотрубки, причины их роста, способы получения. Наночастицы в нанореакторах, наночастицы в оболочке, самоорганизованные наноструктуры.	4	занятие – конференция
5	Определение структурных трансформаций, фазовых превращений и тепловых эффектов методом комплексного термического анализа. Основные ограничения мессбауэровской спектроскопии.	6	занятие – конференция, круглый стол

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
3	<b>Лабораторная работа 1.</b> Определение и сопоставление величин пористости, полученных из адсорбционных данных и из значений кажущейся, истинной плотности пористого тела	8	круглый стол
4	<b>Лабораторная работа 2.</b> Оценка объемов воды, находящихся в нанотрубках в зависимости от их размерных параметров	4	активизация творческой деятельности
5	<b>Лабораторная работа 3.</b> Определение размера кристаллитов и распределения частиц по размерам методами рентгеновской дифракции, и электронной микроскопии	6	мастер-класс

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<p><b>Тема 1. Классификация наноразмерных систем, наночастиц, наноструктур, наноматериалов и общие закономерности их формирования</b></p> <p>Синтез нанодисперсных систем в микроэмульсиях и мицеллах поверхностно-активных веществ. Нанолитография. Классификация методов литографии, оптическая, электронно-лучевая литографии</p>	7	устный опрос
2	<p><b>Тема 2. Физико-химические основы процессов образования наноструктур и получения наноматериалов, в том числе, в квазиодномерных и квазидвумерных системах</b></p> <p>Пленки Лэнгмюра-Блоджетт, трехмерные наноструктуры, фотонные кристаллы, природные и синтетические опалы</p>	7	устный опрос
3	<p><b>Тема 3. Пористые структуры и методы их исследования. Методы создания наноструктур внутри нанопористых матриц</b></p> <p>Особенности строения и методов получения нанопористого углерода, углерод-оксидных и оксидных пористых наноструктур.</p>	7	устный опрос
4	<p><b>Тема 4. Агрегативная устойчивость дисперсий наночастиц. Понятие наножидкости, особенности поведения наножидкостей и жидкостей в наноканалах</b></p> <p>Интеркалированные нанотрубки. Теплопроводность наножидкостей, применение наножидкостей в медицине</p>	6	устный опрос
5	<p><b>Тема 5. Принципы и методы исследования и диагностика наночастиц, наноматериалов, наносистем</b></p> <p>Определение размера частиц методами: турбидиметрии и ультрамикроскопии. Фотонная корреляционная спектроскопия. Электрокинетические исследования. Исследование зависимости механических свойств материалов от размера зерна</p>	7	устный опрос

**Устный опрос** – групповой устный ответ на вопросы преподавателя по перечню вопросов для самостоятельного изучения

## **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 Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) (для проверки знаний и проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов к экзамену, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № ...

1. Классифицируйте методы получения наноразмерных объектов.
2. Сформулируйте и охарактеризуйте основные физико-химические методы определения размера частиц.
3. Определение химического и фазового состава, определение температур фазовых превращений, характеристика процесса кристаллизации (на примере одной диаграммы состояния, предоставленной преподавателем)

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. Поленов, Ю. В. Физико-химические основы нанотехнологий : учебник / Ю. В. Поленов, Е. В. Егорова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2019. - 180 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Основы синтеза наноразмерных частиц и плёнок / В. И. Грачёв [и др.] ; Науч.-произв. компания "АВЕРС" (НПК "АВЕРС"), С.-Петерб. гос. электротехн. ун-т "ЛЭТИ", СПбГТИ(ТУ). - Ижевск : Удмуртия, 2014. - 480 с.
3. Основы нанотехнологии: учебник для вузов по направлению 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / [Н. Т. Кузнецов и др.]. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 397 с.
4. Физико-химические процессы синтеза наноразмерных объектов / В. А. Жабрев [и др.]; РАН, РАН. Кольский науч. центр. Ин-т химии и технологии редких элементов и минерал. сырья им. И. В. Тананаева, СПбГЭУ "ЛЭТИ" им. В. И. Ульянова (Ленина), СПбГТИ(ТУ). - СПб. : ЭЛМОР, 2012. - 327 с. :
5. Павлова, Е. А. Определение размера наночастиц по области когерентного рассеяния методом рентгеновской дифракции : методические указания к лабораторной работе / Е. А. Павлова, С. Г. Изотова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - СПб. : [б. и.], 2013. - 31 с. : ил. - Библиогр.: с. 29.
6. Альмяшева, О. В. Основы физической химии наноразмерных систем: Конспект лекций / О. В. Альмяшева ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - СПб. : [б. и.], 2012. - 41 с.
7. Введение в нанотехнологию: Учебник для вузов по направлению 211000 - "Конструирование и технология электронных средств" / В. И. Марголин [и др.]. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2012. - 457 с.
8. 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.
9. Суздаев, И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. - 2-е изд., испр. - М. : Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2009. - 589 с.
10. Пул, Ч. Нанотехнологии: Учебное пособие по направлению подготовки "Нанотехнологии" / Ч. Пул, Ф. Оуэнс; Пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2010. - 330 с.
11. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы: Учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Физматлит, 2010. - 452 с.
12. Гусев, А.И. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2009. - 415 с.
13. Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможность / Л. Фостер; пер. с англ. А. Хачояна. - М. : Техносфера, 2008. - 349 с.
14. Морачевский, А.Г. Физическая химия: поверхностные явления и дисперсные системы: Учебное пособие / А. Г. Морачевский. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. - 152 с.
15. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - М. : Физматлит, 2009. - 454 с.
16. Физико-химические основы определения плотности и пористости: учебное пособие / Е. А. Тугова [и др.]. - СПб. : ЛЕМА, 2018. - 69 с.

### б) электронные учебные издания:

1. Рыжонков, Дмитрий Иванович. Наноматериалы: Учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 5-е изд. (электрон.). - Электрон. текстовые дан. - М.: Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. : ил. - (Нанотехнология) (ЭБ)

2. Новые подходы к проблеме зародышеобразования : Учебное пособие / О. В. Альмяшева [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2015. - 79 с. (ЭБ)

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

Учебный план, РПД, учебно-методические материалы, размещенные на <http://media.technolog.edu.ru>.

Электронно-библиотечные системы:

ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/books/>;

электронный читальный зал – БиблиоТех фундаментальной библиотеки СПбГТИ(ТУ): <http://bibl.lti-gti.ru/ЭБС.>, <https://technolog.bibliotech.ru/>.

справочно-информационный портал «Научная электронная библиотека»: <http://elibrary.ru>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Физико-химические процессы в наноразмерных системах» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

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 электронно-информационной образовательной среды.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

## **10.2. Программное обеспечение.**

Windows XP Starter Edition. (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно),

Microsoft Office (Microsoft Excel): Office 2007 Russian OLP NL AE (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно), Office Std 2013 Rus OLP NL (Контракт № 02(03)15 от 15.01.2015, срок действия -20 лет),

LibreOffice (открытая лицензия),

Для выполнения индивидуальных заданий в форме лабораторных отчетов используются стандартные компьютерные программы, находящиеся в свободном доступе, в частности, Mathcad 14. Professional, Microsoft Excel, Image J.

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

– База данных “Phase equilibria”

– база данных порошковых дифрактограмм PDF2-2012;

– электронная база данных термодинамических констант веществ «ТКВ». Доступна онлайн - <http://http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>

– база данных термодинамических величин IvtanThermo.

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет и на сервер образовательной организации, на 33 посадочных места.

Для проведения ряда ознакомительных научно-исследовательских работ и лабораторных занятий используется приборная база инжинирингового центра СПбГТИ (ТУ), например, рентгеновский дифрактометр XRD-7000 (Shimadzu), сканирующий атомно-силовой зондовый микроскоп SPM-9700 (Shimadzu), ИК – Фурье спектрометр с приставкой НПВО IRTracer-100 (Shimadzu) и др.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные 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 г.



**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Физико-химические процессы в наноразмерных системах»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-1</b>	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	промежуточный
<b>ПК-2</b>	Способен проводить поиск научной информации в выбранной области химии и/или смежных наук	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)
<b>ПК-1.ДВ.03.01.1</b> Способность применять навыки теоретического исследования процессов формирования, строения и свойств наноструктур и нанобъектов	<b>Знает</b> общие закономерности формирования, основные методы получения и исследования наноразмерных систем	Вопросы №1-25 к экзамену	Имеет представления об общих закономерностях формирования, основных методах получения и исследования наноразмерных систем	Уверенно перечисляет общие закономерности формирования, основные методы получения и исследования наноразмерных систем	Хорошо разбирается в общих закономерностях формирования, основных методах получения и исследования наноразмерных систем
	<b>Умеет</b> анализировать процессы, протекающие в наноразмерных системах	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	С ошибками анализирует процессы, протекающие в наноразмерных системах	Анализирует процессы, протекающие в наноразмерных системах, но с наводящими вопросами	Правильно анализирует процессы, протекающие в наноразмерных системах
	<b>Владеет</b> фундаментальными знаниями о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Частично демонстрирует фундаментальные знания о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне	Демонстрирует фундаментальные знания о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне	В совершенстве владеет фундаментальными знаниями о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне
<b>ПК-1.ДВ.03.01.2</b> Владение физико-химическими основами синтеза нанобъектов	<b>Знает</b> основные методы получения наноразмерных систем	Вопросы №1-25 к экзамену	Имеет представление об основных методах получения наноразмерных систем	Уверенно называет основные методы получения наноразмерных систем	Хорошо знает основные методы получения наноразмерных систем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Умеет</b> синтезировать наноразмерные объекты	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Имеет слабые навыки в синтезе наноразмерных объектов	Имеет навыки синтеза наноразмерных объектов, но допускает 1-2 ошибки	В совершенстве умеет синтезировать наноразмерные объекты
	<b>Владеет</b> методиками проведения синтеза наноразмерных систем	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Частично владеет методиками проведения синтеза наноразмерных систем	Демонстрирует с небольшими ошибками методики проведения синтеза наноразмерных систем	Владеет методиками проведения синтеза наноразмерных систем
<b>ПК-1.ДВ.03.01.3</b> Владение навыками выбирать необходимое программное обеспечение для решения исследовательских и прикладных задач физико-химическими методами исследования и использовать его.	<b>Знает</b> принципы и методы исследования и диагностики наночастиц наноматериалов, наносистем	Вопросы №1-25 к экзамену	Имеет представление о принципах и методах исследования и диагностики наночастиц наноматериалов, наносистем	Уверенно знает принципы и методы исследования и диагностики наночастиц наноматериалов, наносистем	В совершенстве знает принципы и методы исследования и диагностики наночастиц наноматериалов, наносистем
	<b>Умеет</b> выбирать методы и составлять практические рекомендации по исследованию наночастиц, наноматериалов, наносистем	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Частично умеет выбирать методы и составлять практические рекомендации по исследованию наночастиц, наноматериалов, наносистем	Имеет навыки выбора методов и составления практических рекомендаций по исследованию наночастиц, наноматериалов, наносистем	В совершенстве умеет выбирать методы и составлять практические рекомендации по исследованию наночастиц, наноматериалов, наносистем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Владеет</b> навыками анализа разнообразных методик и технологических приемов создания и исследования наноструктур с целью выбора наиболее подходящих при решении конкретной задачи	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Частично владеет навыками анализа разнообразных методик и технологических приемов создания и исследования наноструктур с целью выбора наиболее подходящих при решении конкретной задачи	Уверенно владеет навыками анализа разнообразных методик и технологических приемов создания и исследования наноструктур с целью выбора наиболее подходящих при решении конкретной задачи	В совершенстве владеет навыками анализа разнообразных методик и технологических приемов создания и исследования наноструктур с целью выбора наиболее подходящих при решении конкретной задачи
<b>ПК-2.ДВ.03.01.1</b> Способность выявлять особенности новых функциональных наноматериалов и технологических процессов и приемов в nanoиндустрии	<b>Знает</b> теоретические основы и современные научные достижения в области нанотехнологий	Вопросы №26-37 к экзамену	Имеет представление о теоретических основах и современных научных достижениях в области нанотехнологий	Уверенно знает теоретические основы и современные научные достижения в области нанотехнологий	Хорошо знает теоретические основы и современные научные достижения в области нанотехнологий
	<b>Умеет</b> понимать основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной отрасли знаний	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Частично умеет понимать основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной отрасли знаний	Уверенно умеет понимать основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной отрасли знаний	В совершенстве умеет понимать основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной отрасли знаний
	<b>Владеет</b> навыками использовать теоретические основы химических наук и развивать подходы к исследованию физико-химических процессов в наноразмерных системах	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Частично владеет навыками использовать теоретические основы химических наук и развивать подходы к исследованию физико-химических процессов в наноразмерных	Демонстрирует с небольшими ошибками навыки использования теоретических основ химических наук и развивает подходы к исследованию физико-химических процессов в	В совершенстве владеет навыками использовать теоретические основы химических наук и развивать подходы к исследованию физико-химических процессов в наноразмерных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			системах	наноразмерных системах	системах
<b>ПК-2.ДВ.03.01.2</b> Способность проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств для решения физико-химических задач нанотехнологии	<b>Знает</b> основные приемы сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по основам нанотехнологии	Вопросы №26-37 к экзамену	Имеет представление об основных приемах сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по основам нанотехнологии	Уверенно знает основные приемы сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по основам нанотехнологии	Правильно называет основные приемы сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по основам нанотехнологии
	<b>Умеет</b> выполнять поиск научно-технической информации по физико-химическим процессам в наноразмерных системах	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Частично умеет выполнять поиск научно-технической информации по физико-химическим процессам в наноразмерных системах	Демонстрирует выполнение поиска научно-технической информации по физико-химическим процессам в наноразмерных системах с небольшими ошибками	В совершенстве умеет выполнять поиск научно-технической информации по физико-химическим процессам в наноразмерных системах
	<b>Владеет</b> навыками анализа и обобщения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по современным наукоемким нанотехнологиям	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Имеет слабые навыки анализа и обобщения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по современным наукоемким нанотехнологиям	Уверенно владеет навыками анализа и обобщения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по современным наукоемким нанотехнологиям	Демонстрирует уверенные навыки анализа и обобщения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по современным наукоемким нанотехнологиям
<b>ПК-2.ДВ.03.01.3</b> Владение навыками анализа и составления обзоров научно-технической литературы по физико-	<b>Знает</b> специальные термины, определения, классификацию, в том числе, и на английском языке и их перевод, составляющих основы физико-	Вопросы №26-37 к экзамену	Имеет представление о специальных терминах, определениях, классификации, в том числе, и на английском	Уверенно знает специальные термины, определения, классификацию, в том числе, и на английском языке и их перевод,	Правильно называет специальные термины, определения, классификацию, в том числе, и на английском языке и их перевод,

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
химическим основам нанотехнологии с привлечением современных информационных технологий	химических процессов нанообъектов		языке и их перевод, составляющих основы физико-химических процессов нанообъектов	составляющих основы физико-химических процессов нанообъектов	составляющих основы физико-химических процессов нанообъектов
	<b>Умеет</b> выполнять поиск научно-технической информации по проблемам и достижениям нанотехнологии с использованием глобальных информационных ресурсов	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Частично умеет выполнять поиск научно-технической информации по проблемам и достижениям нанотехнологии с использованием глобальных информационных ресурсов	Уверенно умеет выполнять поиск научно-технической информации по проблемам и достижениям нанотехнологии с использованием глобальных информационных ресурсов	В совершенстве умеет выполнять поиск научно-технической информации по проблемам и достижениям нанотехнологии с использованием глобальных информационных ресурсов
	<b>Владеет</b> навыками к самостоятельному выбору метода и объекта исследования, основываясь на проведенном анализе научной литературы по нанотехнологии	Ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Имеет слабые навыки к самостоятельному выбору метода и объекта исследования, основываясь на проведенном анализе научной литературы по нанотехнологии	Демонстрирует навыки к самостоятельному выбору метода и объекта исследования, основываясь на проведенном анализе научной литературы по нанотехнологии, но с небольшими ошибками	Хорошо владеет навыками к самостоятельному выбору метода и объекта исследования, основываясь на проведенном анализе научной литературы по нанотехнологии

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

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

1. Общая классификация наноразмерных объектов.
2. Синергетические принципы процессов самоорганизации
3. Фазовые равновесия в наноразмерных системах.
4. Физические методы синтеза наноразмерных объектов.
5. Химические методы синтеза наноразмерных объектов.
6. Метод молекулярного наслаивания – метод формирования наноразмерных слоев.
7. Золь-гель синтез и гидротермальный метод получения наночастиц. Преимущества и недостатки.
8. Ультразвуковое воздействие и микроволновая обработка как методы интенсификации процессов зародышеобразования.
9. Нанонити, нанотрубки, наностержни, нанопояса.
10. Методы получения одномерных наноструктур.
11. Углеродные нанотрубки.
12. Механизмы роста нанотрубок.
13. Способы получения углеродных нанотрубок (достоинства и недостатки этих методов).
14. Неуглеродные нанотрубки, причины их роста, интеркалирование, способы получения.
15. Двумерные наноструктуры.
16. Способы получения тонких пленок.
17. Основные условия для формирования эпитаксиальных пленок.
18. Основные механизмы роста пленок.
19. Наночастицы в нанореакторах, наночастицы в оболочке, самоорганизованные наноструктуры.
20. Использование микроэмульсий и миниэмульсий для получения наночастиц
21. Цеолиты.
22. Нульмерные, одномерные, двумерные и трехмерные твердофазные нанореакторы.
23. Темплатный синтез наноструктур.
24. Оптическая и рентгеновская литография.
25. Электронная литография.

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

26. Классификация пор по размерам согласно нормам, предложенным IUPAC.
27. Пористость и плотность: определение,
28. Методы характеристики поверхности материалов.
29. Определение удельной поверхности и пористой структуры наноразмерных объектов.
30. Гелиевая пикнометрия.
31. Методы определения размера частиц.
32. Методы определения размера частиц. Методы характеристики поверхности материалов.
33. Метод динамического светорассеяния
34. Метод сканирующей электронной микроскопии
35. Рентгеновская дифракция для диагностики наноразмерных систем.

36. Методы термического анализа. Их роль при построении фазовых диаграмм.

37. ИК и КР спектроскопия.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля: выполнили лабораторные работы, активно участвовали в устных опросах по предложенным темам занятий, прошли тестирование по результатам освоения дисциплины.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) (для проверки знаний и проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов к экзамену, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, 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 экзамена.

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