

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 09.09.2021 22:45:49  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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



**Рабочая программа дисциплины**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки  
**04.06.01 Химические науки**

Направленность образовательной программы  
**Физическая химия**

Квалификация выпускника  
**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Форма обучения

**Очная**

Санкт-Петербург

2016

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	4
3. Объем дисциплины .....	5
4. Содержание дисциплины .....	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	5
4.2. Занятия лекционного типа .....	6
4.3. Занятия семинарского типа (практические занятия) .....	8
4.4. Самостоятельная работа .....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	12
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	12
10.3. Информационные справочные системы .....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации ...	13

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

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

Коды компетенции	Результаты освоения ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b>	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<b>Знать:</b> - основные закономерности протекания химических и физико-химических процессов в конденсированных фазах и их влияние на строение и свойства веществ и материалов; <b>Уметь:</b> - конструировать состав и строение однофазных и многофазных, в том числе, наноструктурированных функциональных материалов с заданным комплексом свойств; <b>Владеть:</b> - навыками использования теоретических и практических основ физико-химического конструирования материалов с заданным комплексом функциональных характеристик и исследования их строения и свойств.
<b>ПК-6</b>	Готовность использования общих законов физической химии, определяющих строение веществ, направление и кинетику химических превращений в зависимости от внешних условий	<b>Знать:</b> - теории и модели поведения материала при воздействии на них температуры, механических нагрузок, электромагнитного излучения и других внешних факторов; <b>Уметь:</b> - анализировать процессы, связанные с химическими, фазовыми и микроструктурными изменениями в материалах, приводящие к изменению функциональных характеристик материалов; <b>Владеть:</b> - навыками разработки предложений по параметрам проведения синтеза материалов в рамках наиболее актуальных направлений исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физико-химическое проектирование материалов» относится к факультативной части (ФТД.1) и изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Физико-химическое проектирование материалов» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе аспиранта и при выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

### 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	2/ 72
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>44</b>
занятия лекционного типа	22
занятия семинарского типа, в т.ч. практические занятия	22
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>28</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	Зачет (4 сем.)

### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы (практические занятия)	Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
1.	Системный подход к конструированию материалов с заданными свойствами.	7	7	8	ПК-6
2.	Влияние состава и строения на физико-химические свойства материалов.	7	7	8	ОПК-1
3	Электрофизические, магнитные, теплофизические, каталитические и другие свойства материалов.	8	8	12	ОПК-1

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><b>Системный подход к конструированию материалов с заданными свойствами.</b></p> <p>Методы системного проектирования в науке о материалах. Основные понятия: системный подход, системный анализ, системное проектирование и конструирование. Модели систем. Классификации. Методы системного проектирования.</p> <p>Иерархическое строение материалов. Классификация материалов. Функциональные и конструкционные свойства материалов.</p> <p>Химические соединения, вещества, материалы. Иерархическая организация материалов. Роль материалов в техническом развитии общества. Классификация материалов по химическому, фазовому и дисперсному составу. Композиционные материалы и композиции материалов. Гибридные материалы. Наноструктурированные материалы. Функции материалов. Роль конструкционных и функциональных материалов в технике. Технологические проблемы создания материалов с заданными свойствами.</p>	7	Слайд-презентация
2	<p><b>Влияние состава и строения на физико-химические свойства материалов.</b></p> <p>Химический и фазовый состав материалов. Элементы структуры материалов на различных иерархических уровнях и их параметризация. Структурные дефекты. Модели зависимости физико-химических свойств материалов от химического и фазового состава материалов. Зависимость свойств материалов от параметров строения. Особенности свойств наноструктурированных и гибридных материалов. Влияние технологии на строение и свойства материалов. Диаграммная техника представления зависимостей состав – свойство и состав – строение – свойство.</p>	7	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
3	<p><b>Электрофизические, магнитные, теплофизические, каталитические и другие свойства материалов.</b></p> <p>Электрофизические свойства материалов. Зависимость электрических свойств от состава и строения материалов. Диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Электронная и дырочная проводимость. Варисторы. Ионная проводимость. Твердые электролиты. Пьезоэлектрики.</p> <p>Магнитные свойства материалов. Зависимость магнитных свойств от состава и строения материалов. Диамагнетики. Парамагнетики (парамагнетизм и суперпарамагнетизм). Магнитоупрядоженные материалы (ферро-, ферри-, анти-ферромагнетики). Мультиферроики.</p> <p>Оптические свойства материалов. Преломление, отражение, поглощение и испускание электромагнитного излучения веществом. Люминофоры. Зависимость оптических свойств от состава и строения материалов для компактных и дисперсных материалов. Метаматериалы.</p> <p>Теплофизические свойства материалов. Зависимость теплопроводности от состава и строения материалов. Теплоемкость материалов. Теплоизоляторы. Принципы конструирования материалов с предельно высокой теплопроводностью.</p> <p>Компактные и дисперсные катализаторы. Особенности химического состава и строения катализаторов. Принципы конструирования структуры каталитической композиции – катализатор-носитель.</p>	8	Слайд-презентация

### 4.3. Занятия семинарского типа (практические занятия).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b>Системный подход к конструированию материалов с заданными свойствами.</b> Расчет параметров твердофазного взаимодействия компонентов в зависимости от их химического, дисперсного и фазового состава. Определение точечных и линейных дефектов и анализ влияния размера зерен и строения межзеренных (неавтономных) фаз на массоперенос в материалах.	7	Коллективное обсуждение
2	<b>Влияние состава и строения на физико-химические свойства материалов.</b> Расчет зависимости свойств функциональных наноматериалов от их состава и параметров кристаллического, микро- и макростроения. Анализ влияния размера, формы и взаимного расположения зерен многофазных материалов на их магнитные и электрические свойства. Определение влияния пористой структуры на теплопроводность материалов.	7	Коллективное обсуждение
3	<b>Электрофизические, магнитные, теплофизические, каталитические и другие свойства материалов.</b> Анализ влияния химического состава материалов, размера, формы и взаимного расположения пор и зерен многофазных материалов на их оптические и теплофизические свойства. Определение влияния характера дефектной структуры порошковых материалов на их активность в химических реакциях.	8	Коллективное обсуждение

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<p><b>Системный подход к конструированию материалов с заданными свойствами.</b></p> <p>Химически активные материалы. Принципы конструирования материалов с высокой химической активностью. Прекурсоры в твердофазном синтезе. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.</p> <p>Механически активные материалы. Принципы конструирования материалов с памятью формы. Трансформационно-упрочняющиеся керамические материалы. Сверхпластичность наноструктурированных материалов.</p> <p>Биоматериалы. Понятие биосовместимости материалов. Роль химического и фазового состава, дисперсности, морфологических параметров, микро- и макроструктуры материалов на биосовместимость. Физико-химические принципы конструирования биоактивных и биоинертных материалов.</p>	8	Устный опрос
2	<p><b>Влияние состава и строения на физико-химические свойства материалов.</b></p> <p>Расчет размерных параметров и формы пор и зерен по данным о процессах сорбции и десорбции.</p> <p>Анализ зависимости поверхностной энергии наночастиц от их размеров, формулы А.И.Русанова и Толмена. Применимость этих выражений.</p>	8	Устный опрос
3	<p><b>Электрофизические, магнитные, теплофизические, каталитические и другие свойства материалов.</b></p> <p>Мембраны. Селективная проницаемость материалов. Ионоселективные мембраны (твердые электролиты). Принципы физико-химического конструирования ионоселективных мембран. Молекулярные сита. Цеолитные структуры.</p> <p>Особенности состава и строения сорбентов. Физико-химические принципы конструирования материалов с высокой сорбционной активностью.</p> <p>Наноструктурированные материалы. Аэрогели. Поверхность. Фрактальная размерность</p>	12	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 Медиа: <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 зачета.

К сдаче зачета допускаются аспиранты, выполнившие все формы текущего контроля.

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

При сдаче зачета аспирант получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки аспиранта к устному ответу - до 50 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Вариант № 1**

1. Методы системного проектирования в науке о материалах. Основные понятия: системный подход, системный анализ, системное проектирование и конструирование.
2. Теплоизоляторы. Принципы конструирования материалов с предельно высокой теплопроводностью.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Богодухов, С. И. Материаловедение : учебник / С. И. Богодухов, Е. С. Козик. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 536 с.
2. Физико-химические процессы синтеза наноразмерных объектов / В. А. Жабрев [и др.]. – СПб. : ЭЛМОР, 2012. – 328 с.
3. Фахльман, Б. Д. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б. Д. Фахльман; пер. с англ. Д. О. Чаркина, В. В. Уточниковой, под ред. Ю. Д. Третьякова, Е. А. Гудилина. - Долгопрудный : Издат. дом "Интеллект", 2011. - 463 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Суздаев, И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. - 2-е изд., испр. - М. : Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2009. - 589 с.
2. Морачевский, А. Г. Физическая химия: поверхностные явления и дисперсные системы: Учебное пособие / А. Г. Морачевский. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. - 152 с.
3. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - М. : Физматлит, 2009. - 454 с.

### **в) вспомогательная литература:**

1. Гусев, А. И. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2009. - 415 с.
2. Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможность / Л. Фостер; пер. с англ. А. Хачояна. - М. : Техносфера, 2008. - 349 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>
2. Электронно-библиотечные системы:
3. «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
4. «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Структурные методы исследования» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для обучающихся является:

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

На занятия аспирант должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов 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 электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

В учебном процессе используется лицензионное системное и прикладное программное обеспечение, приведенное в таблице 1.

Таблица 1 – Лицензионное программное обеспечение

Наименование программного продукта	Лицензия
Mathcad 14	Лицензия по договору с СПбГТИ(ТУ)
Microsoft Windows 7, 8, 8.1, 10	Лицензия по договору Microsoft с СПбГТИ(ТУ) Microsoft Imagine Premium / Microsoft Premium / Microsoft Imagine 1831112343
7Zip	Бесплатная лицензия
OpenOffice.org/LibreOffice	Бесплатная лицензия

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Международные мультидисциплинарные аналитические реферативные базы данных научных публикаций Web of Science (режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com>, свободный с любого зарегистрированного компьютера института), Scopus (режим доступа: <http://www.scopus.com>, свободный с любого зарегистрированного компьютера института)

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Материально-техническое обеспечение дисциплины:  
доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети Интернет и оснащенных средствами медиapрезентаций (медиакоммуникаций);  
Рентгеновский дифрактометр XRD-7000S (Shimadzu) с высокотемпературной приставкой НТК–1200N (Anton Paar); ИК-Фурье спектрометр ФСМ-1202; Весы OHAUS RV-313; Рефрактометр ИРФ-470; Рентгеновский дифрактометр Rigaku Corporation SmartLab 3; Микроскоп сканирующий (растровый) электронный Tescan Vega 3 SBH; Прибор для синхронного термического анализа Netzsch STA 449 F3Jupiter; Прибор для измерений температуро- и теплопроводности Netzsch LFA 457 MicroFlash; ИК-Фурье спектрометр Shimadzu IRTracer-100; Анализатор размера частиц лазерный Shimadzu SALT-7500nano; Анализатор термомеханический Shimadzu TMA-60.

## **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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Структурные методы исследования»**

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

Компетенции		
Индекс	Формулировка <sup>1</sup>	Этап формирования <sup>2</sup>
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	промежуточный
ПК-6	Готовность использования общих законов физической химии, определяющих строение веществ, направление и кинетику химических превращений в зависимости от внешних условий	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теории и модели поведения материала при воздействии на них температуры, механических нагрузок, электромагнитного излучения и других внешних факторов;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать процессы, связанные с химическими, фазовыми и микроструктурными изменениями в материалах, приводящие к изменению функциональных характеристик материалов;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки предложений по параметрам проведения синтеза материалов в рамках наиболее актуальных направлений исследований.</li> </ul>	Правильные ответы на вопросы №1-8 к зачету	ПК-6

<sup>1</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №2	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности протекания химических и физико-химических процессов в конденсированных фазах и их влияние на строение и свойства веществ и материалов;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять состав и строение однофазных и многофазных, в том числе, наноструктурированных функциональных материалов;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками конструирования материалов с заданным комплексом функциональных характеристик и исследования их строения.</li> </ul>	Правильные ответы на вопросы №12-17 к зачету	ОПК-1
Освоение раздела № 3	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные свойства веществ и материалов: электрофизические, магнитные, теплофизические, каталитические и другие;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструировать функциональные материалы, в том числе, наноматериалы с заданным комплексом свойств;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования теоретических и практических основ физико-химического конструирования материалов с заданным комплексом функциональных свойств.</li> </ul>	Правильные ответы на вопросы №18-29 к зачету	ОПК-1

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

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

#### а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-6:

1. Методы системного проектирования в науке о материалах. Основные понятия: системный подход, системный анализ, системное проектирование и конструирование.
2. Модели систем. Классификации. Методы системного проектирования.
3. Иерархическое строение материалов. Классификация материалов. Функциональные и конструкционные свойства материалов.
4. Химические соединения, вещества, материалы. Иерархическая организация материалов. Роль материалов в техническом развитии общества.
5. Классификация материалов по химическому, фазовому и дисперсному составу. Композиционные материалы и композиции материалов.
6. Гибридные материалы. Наноструктурированные материалы. Функции материалов.
7. Роль конструкционных и функциональных материалов в технике.
8. Технологические проблемы создания материалов с заданными свойствами.

9. Принципы конструирования материалов с памятью формы. Трансформационно-упрочняющиеся керамические материалы. Сверхпластичность наноструктурированных материалов.
10. Понятие биосовместимости материалов. Роль химического и фазового состава, дисперсности, морфологических параметров, микро- и макроструктуры материалов на биосовместимость.
11. Физико-химические принципы конструирования биоактивных и биоинертных материалов.

**б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:**

12. Химический и фазовый состав материалов. Элементы структуры материалов на различных иерархических уровнях и их параметризация. Структурные дефекты.
13. Модели зависимости физико-химических свойств материалов от химического и фазового состава материалов.
14. Зависимость свойств материалов от параметров строения.
15. Особенности свойств наноструктурированных и гибридных материалов.
16. Влияние технологии на строение и свойства материалов.
17. Диаграммная техника представления зависимостей состав – свойство и состав – строение – свойство.
18. Электрофизические свойства материалов. Зависимость электрических свойств от состава и строения материалов.
19. Диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Электронная и дырочная проводимость.
20. Варисторы. Ионная проводимость. Твердые электролиты. Пьезоэлектрики.
21. Магнитные свойства материалов. Зависимость магнитных свойств от состава и строения материалов.
22. Диамагнетики. Парамагнетики (парамагнетизм и суперпарамагнетизм).
23. Магнитоупрядоченные материалы (ферро-, ферри-, антиферромагнетики). Мультиферроики.
24. Оптические свойства материалов. Преломление, отражение, поглощение и испускание электромагнитного излучения веществом.
25. Люминофоры. Зависимость оптических свойств от состава и строения материалов для компактных и дисперсных материалов. Метаматериалы.
26. Теплофизические свойства материалов. Зависимость теплопроводности от состава и строения материалов. Теплоемкость материалов.
27. Теплоизоляторы. Принципы конструирования материалов с предельно высокой теплопроводностью.
28. Катализаторы. Компактные и дисперсные катализаторы. Особенности химического состава и строения катализаторов.
29. Принципы конструирования структуры каталитической композиции – катализатор-носитель.

**К зачету допускаются аспиранты, выполнившие все формы текущего контроля.** При сдаче зачета аспирант получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки аспиранта к устному ответу на вопросы - до 50 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 СПбГУ.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.