

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



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

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

**Рабочая программа дисциплины**  
**ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Специальность

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация

**Химия материалов**

Квалификация

**Химик. Преподаватель химии**

Форма обучения

**Очная**

**Факультет химии веществ и материалов**

**Кафедра физико-химического конструирования функциональных материалов**

Санкт-Петербург

2023

**Б1.В.14**

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... | 04 |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....   | 05 |
| 3. Объем дисциплины .....   | 05 |
| 4. Содержание дисциплины.....   | 06 |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....   | 06 |
| 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины...  | 06 |
| 4.3. Занятия лекционного типа.....  | 07 |
| 4.4. Занятия семинарского типа.....   | 09 |
| 4.4.1. Семинары, практические занятия .....   | 09 |
| 4.4.2. Лабораторные занятия.....  | 11 |
| 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....  | 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.....                           | 16 |
| 10.1. Информационные технологии.....  | 16 |
| 10.2. Программное обеспечение.....  | 16 |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....  | 16 |
| 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....                                 | 16 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....  | 16 |
| Приложения: 1. 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 специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)  |
|--|--|--|
| <p><b>ПК-2</b><br/>Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи «состав-строение-свойства» и конструированию неорганических и композиционных материалов с заданными функциональными свойствами</p> | <p><b>ПК-2.7</b><br/>Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в области химии твердого тела, а также результаты расчетов свойств твердых веществ и материалов</p> | <p><b>Знать:</b><br/>основные понятия химии твердого тела: описание кристаллических структур, дефекты в твердых телах, физические свойства и реакционная способность твердых веществ (ЗН-1)</p> <p><b>Уметь:</b><br/>анализировать химическую информацию, выделяя основные проблемы из области химии твердого тела, предлагать пути их решения (У-1)</p> <p><b>Владеть:</b><br/>основными понятиями химии твердого тела и использует их при анализе результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ (Н-1)</p> |
|  | <p><b>ПК-2.8</b><br/>Применение знаний о свойствах соединений сложного состава при анализе закономерностей «состав-структура-свойства»</p>   | <p><b>Знать:</b><br/>составы, физико-химические свойства и области применения основных классов современных материалов (ЗН-2)</p> <p><b>Уметь:</b><br/>осуществлять выбор современных неорганических материалов и оптимальных методов их физико-химического анализа (У-2)</p> <p><b>Владеть:</b><br/>теоретическими основами, физико-химическими свойствами материалов и закономерностями синтеза твердофазных веществ (Н-2)</p>  |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.14), и изучается на 4 курсе в 8 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Кристаллография», «Рентгеновские методы исследования».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Химия твердого тела» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы   | Всего,<br>ЗЕ/академ. часов |
|--|----------------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b><br>(зачетных единиц/ академических часов) | <b>4/ 144</b>              |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>                                     | <b>84</b>                  |
| занятия лекционного типа   | 32                         |
| занятия семинарского типа, в т.ч.  | 48                         |
| семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)           | 32 (10)                    |
| лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)                      | 16 (8)                     |
| курсовое проектирование (КР или КП)  | -                          |
| КСР  | 4                          |
| другие виды контактной работы  | -                          |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>24</b>                  |
| <b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)                        | -                          |
| <b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)                 | <b>Экзамен/36</b>          |

#### 4. Содержание дисциплины.

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

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Занятия лекционного типа, академ. часы | Занятия семинарского типа, академ. часы |                     | Самостоятельная работа, академ. часы | Формируемые компетенции | Формируемые индикаторы |
|-------|---|--|---|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|
|       |   |  | Семинары и/или практические занятия     | Лабораторные работы |                                      |                         |                        |
| 1     | Предмет Химии твердого тела   | 2                                      | -                                       | -                   | -                                    | ПК-2                    | ПК-2.7                 |
| 2     | Принципы описания идеальных и реальных кристаллических и некристаллических структур на разных иерархических уровнях. Основные понятия кристаллографии и кристаллохимии. | 6                                      | 12                                      | 2                   | 4                                    | ПК-2                    | ПК-2.7                 |
| 3     | Электронное строение веществ в твердом состоянии и магнитная структура  | 6                                      | 4                                       | -                   | 4                                    | ПК-2                    | ПК-2.7                 |
| 4     | Процессы, обеспечивающие массоперенос в твердых веществах на микро- и макроуровнях  | 6                                      | 4                                       | -                   | 4                                    | ПК-2                    | ПК-2.7                 |
| 5     | Структурные, термодинамические и кинетические аспекты превращений с участием твердых веществ  | 6                                      | 4                                       | -                   | 4                                    | ПК-2                    | ПК-2.8                 |
| 6     | Взаимосвязь «состав –структура– свойства» твердых веществ   | 6                                      | 8                                       | 14                  | 8                                    | ПК-2                    | ПК-2.8                 |

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

| № п/п | Код индикаторов достижения компетенции | Наименование раздела дисциплины |
|-------|--|---------------------------------|
|       |  |                                 |

|   |        |   |
|---|--------|---|
| 1 | ПК-2.7 | Предмет Химии твердого тела, связь этой науки с другими дисциплинами, основные задачи и методы, фундаментальные проблемы и практические приложения.<br>Принципы описания идеальных и реальных кристаллических и некристаллических структур на разных иерархических уровнях. Основные понятия кристаллографии и кристаллохимии.<br>Электронное строение веществ в твердом состоянии и магнитная структура.<br>Процессы, обеспечивающие массоперенос в твердых веществах на микро- и макроуровнях |
| 2 | ПК-2.8 | Структурные, термодинамические и кинетические аспекты превращений с участием твердых веществ.<br>Взаимосвязь «состав –структура– свойства» твердых веществ  |

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 1                    | Предмет Химии твердого тела, связь этой науки с другими дисциплинами, основные задачи и методы, фундаментальные проблемы и практические приложения.  | 2                 | ЛВ                  |
| 2                    | Основные принципы описания структуры периодических кристаллов. Точечная и пространственная симметрия.<br>Особенности строения металлов, ионных, ковалентных, молекулярных кристаллов, кристаллов синтетических и биополимеров, кристаллов металло-органических и координационных соединений, органо-неорганических гибридных соединений, минералов. Описание структур через плотные и плотнейшие упаковки, в координационных полиэдрах. Основные понятия физико-химии поверхности. Отклонения от идеальной структуры. Различные виды дефектов. Равновесные и неравновесные концентрации дефектов. Способы управления дефектностью. Взаимосвязь дефектности и нестехиометрии твердых веществ. | 6                 | ЛВ                  |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 3                    | <p>Различия между диэлектриками, металлами, собственными и примесными полупроводниками, методы управления шириной запрещенной зоны. Взаимосвязь электронного строения и нестехиометрии, окраски, электронной проводимости.</p> <p>Взаимосвязь электронного строения и нестехиометрии, окраски, электронной проводимости. Явления на контактах двух металлов, двух полупроводников, металлов и полупроводников. Электронно-дырочное равновесие в полупроводниках, электронные переходы под действием света, а также взаимосвязь между концентрацией структурных и электронных дефектов. Рассматриваются молекулярные металлы и полупроводники, топологические изоляторы, градиентные полупроводниковые материалы, низкоразмерные материалы.</p> | 6                 | ЛВ                  |
| 4                    | <p>Процессы диффузии и самодиффузии. Ионная проводимость в «обычных» и суперионных соединениях. Другие механизмы массопереноса в системах, в которых присутствуют твердые вещества, в том числе, процессы, вовлекающие флюидные фазы, диффузия по границам зерен и блоков, а также явления сверхпластичности деформационного перемешивания.</p>  | 6                 | ЛВ                  |
| 5                    | <p>Особенности и основные закономерности превращений с участием твердых веществ различных типов – кристаллизации из разных сред, плавления, сублимации, растворения, разложения, внутримолекулярной изомеризации, ди- и полимеризации, структурные превращения. Влияние на превращения структуры, дефектов, поверхности, размера и формы частиц, числа, площади и строения межчастичных контактов.</p>   | 6                 | ЛВ                  |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 6                    | Взаимосвязь «состав – структура – способ получения – свойства» применительно к твердым веществам. Понятие физического свойства. Свойства, определяемые симметрией структуры. Принцип Кюри и принцип Нейманна, скалярные, векторные и тензорные свойства. Примеры пьезоэлектриков, сегнетоэлектриков, магнитных материалов. Влияние на механические свойства, окраску, ионную и электронную проводимость, отклик на электромагнитные поля таких характеристик как структура объема и поверхности (разные иерархические уровни), дефектность, размер и форма частиц, а также строение композитов и гибридных материалов. | 6                 | ЛВ                  |

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

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

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы |  | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|--|---------------------|
|                      |  | всего             | в том числе на практическую подготовку |                     |
| 2                    | Знакомство с моделями структур веществ и соединений. Поиск повторяющихся фрагментов, элементов симметрии. Выделение элементарных ячеек. Подсчет числа формульных единиц в элементарной ячейке. Представление элементарных ячеек с указанием кристаллографических координат атомов. | 4                 | -                                      | АТД                 |

| №<br>раздела<br>дисциплин<br>ы | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия   | Объем,<br>акад. часы |   | Инновацио<br>нная<br>форма |
|--------------------------------|---|----------------------|---|----------------------------|
|                                |   | всего                | в том<br>числе на<br>практичес<br>кую<br>подготовк<br>у |                            |
| 2                              | Работа с Кембриджским банком структурных данных, программой Mercury и Международными таблицам кристаллографии – сравнение символов пространственных групп симметрии при разном выборе системы кристаллографических координат и элементарных ячеек для одной и той же структуры. Распознавание одной и той же структуры в разных описаниях с использованием программных средств программы Mercury. Преобразования координат правильной системы точек при разном выборе элементарных ячеек. | 4                    | 4   | МШ                         |
| 2                              | Работа с моделями структур аморфных веществ. Анализ их в терминах упаковок полиэдров. Описание аморфных структур через многогранники Вороного-Дирихле. Сопоставление с кристаллическими структурами тех же веществ.   | 4                    | -   |                            |
| 3                              | Решение задач на электронное строение твердых веществ. Качественное построение зонных диаграмм для моделей кристаллов с одномерной периодичностью, с разным заполнением элементарной ячейки, в зависимости от симметрии и заполнения атомных или молекулярных орбиталей транслируемых атомов или молекул. Зонное строение, соответствующее металлам, диэлектрикам, полупроводникам. Пайерлсовская неустойчивость. Иллюстрация понятий функций Блоха и зоны Бриллюэна.                     | 4                    | -   |                            |

| №<br>раздела<br>дисциплин<br>ы | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия   | Объем,<br>акад. часы |   | Инновацио<br>нная<br>форма |
|--------------------------------|---|----------------------|---|----------------------------|
|                                |   | всего                | в том<br>числе на<br>практичес<br>кую<br>подготовк<br>у |                            |
| 4                              | Задачи на самодиффузию и диффузию в кристаллах. Оценка смещения частицы по ломаной и по прямой в ходе хаотической диффузии. Численная оценка проникновения диффундирующей частицы вглубь вещества в зависимости от величины коэффициента диффузии ее в данном веществе на конкретных примерах. Сравнение перемещений для атомов и вакансий для разных механизмов диффузии. Задачи на применение законов Фика. | 4                    | -   |                            |
| 5                              | Задачи на описание зависимости степени превращения от времени для разных картин пространственного развития реакций в твердых веществах. Реакции в одной частице, идущие через образование и рост зародышей, а также реакции в смесях твердых веществ.   | 4                    | -   |                            |
| 6                              | Задачи на принцип Кюри и принцип Нейманна. Рассмотрение кристаллических структур в привязке к физическим свойствам данных веществ. Анизотропия свойств и кристаллическая структура.   | 8                    | 6   | МШ                         |

#### 4.4.2. Лабораторные работы

| №<br>раздела<br>дисциплин<br>ы | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия   | Объем,<br>акад. часы |  | Примеч<br>ание |
|--------------------------------|---|----------------------|--|----------------|
|                                |   | всего                | в том числе<br>на практич.<br>подготовку |                |
| 2                              | Работа с Кембриджским банком структурных данных и программой Mercury – поиск элементов симметрии в программе Mercury, преобразование координат, соответствующих этим операциям симметрии, различные способы выбора элементарной ячейки, различные способы визуализации структуры. | 2                    | -  | -              |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы |                                    | Примечание |
|----------------------|--|-------------------|------------------------------------|------------|
|                      |  | всего             | в том числе на практич. подготовку |            |
| 6                    | Применение метода рентгеновской дифракции. Идентификация фазы по порошковой дифрактограмме. Примеры с использованием современных баз данных и программных продуктов.   | 4                 | 4                                  | -          |
| 6                    | Задачи и иллюстративные примеры на изучение процессов с участием твердых веществ с помощью дифракционных методов. Изменение параметров элементарной ячейки, появление новых промежуточных фаз или фазы продукта превращения, определение их состояния (монокристалл, поликристалл, нанокристаллический или наноструктурированный образец, модулированная фаза, аморфный образец). Иллюстрация дополнительной информации, которую могут дать другие методы. | 10                | 4                                  | -          |

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения  | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|--|-------------------|----------------|
| 2                    | Оценка равновесной концентрации собственных точечных дефектов в зависимости от температуры для разных веществ. Обозначения Крегера-Винка. Квазихимические уравнения. Компенсация заряда при образовании собственных и примесных точечных дефектов.                           | 4                 | Устный опрос   |
| 3                    | Взаимосвязь магнитной структуры с идеальной и дефектной кристаллической структурой. Взаимосвязь определенных явлений в твердых веществах с их магнитным строением.   | 4                 | Устный опрос   |
| 4                    | Нахождение энтальпий образования и энергий активации миграции точечных дефектов на основании сравнения ионной проводимости в чистых и допированных кристаллах. Оценка относительной подвижности разных видов точечных дефектов на основании измерения изотермы Коха-Вагнера. | 4                 | Устный опрос   |

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения   | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|---|-------------------|----------------|
| 5                    | Нахождение энтальпий образования и энергий активации миграции точечных дефектов на основании сравнения ионной проводимости в чистых и допированных кристаллах. Задачи на оценку относительной подвижности разных видов точечных дефектов на основании измерения изотермы Коха-Вагнера.                                | 4                 | Устный опрос   |
| 6                    | Использования химии твердого тела при решении задач, возникающих в неорганической, органической, аналитической, физической химии, при работах в области катализа, физикохимии материалов, структурной биологии, биотехнологии твердых субстратов и других разделов физики и химии, где используются твердые вещества. | 8                 | Устный опрос   |

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

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

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

|  |
|--|
| <p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теплопроводность и температуропроводность твердых тел.</li> <li>2. Краевые, винтовые и смешанные дислокации.</li> </ol> |
|--|

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. Альмяшева, О.В. Основы физической химии наноразмерных систем: Конспект лекций / О.В.Альмяшева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра физической химии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 41 с.

2. Барановский, В.И. Квантовая механика и квантовая химия: учебное пособие / В.И. Барановский. - Москва: Academia, 2008. - 383 с. - ISBN 978-5-7695-3961-9.

3. Бердетт, Дж. Химическая связь / Дж.Бердетт. - Москва: Мир, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 245 с. – ISBN 978-5-94774-760-7 (БИНОМ.ЛЗ) – ISBN 978-5-03-003847-6 (Мир).

4. Винтайкин, Б. Е. Физика твердого тела / Б. Е. Винтайкин. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. - 359 с. - ISBN 978-5-7038-2459-7.

5. Ермаков, А. И. Квантовая механика и квантовая химия: учебное пособие для вузов / А. И. Ермаков. - Москва: Юрайт, 2010.– 555 с. - ISBN 978-5-9916-0587-8.

6. Кнотько, А. В. Химия твердого тела / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - Москва: Academia, 2006. - 302 с. - ISBN 5-7695-2262-3.

7. Корсаков, В. Г. Физическая химия твердого тела / В. Г. Корсаков, М. М. Сычев, С. В. Мякин. - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2008. - 176 с. - ISBN 978-5-7641-0171-2.

8 Третьяков, Ю. Д. Введение в химию твердофазных материалов: Учебное пособие / Ю. Д. Третьяков, В. И. Путляев. - Москва: Наука, 2006. - 400 с. - ISBN 5-211-06045-8.

### б) электронные учебные издания:

1. Альмяшева, О. В. Основы физической химии наноразмерных систем: Конспект лекций / О. В. Альмяшева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра физической химии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 41 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

2. Барановский, В. И. Квантовая механика и квантовая химия: учебное пособие / В. И. Барановский. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2022. - 428 с. - ISBN 978-5-8114-3961-4 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

3. Мейлахс, А. П. Физика твердого тела: учебное пособие / А. П. Мейлахс, А. Я. Вуль; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра физической химии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. - 109 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

4. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие / Э. Г. Раков. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 480 с. - ISBN 978-5-00101-741-7 // Лань: электроннобиблиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

5. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : Учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 6-е изд., электрон. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 368 с. - ISBN 978-5-93208-550-9 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

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

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

С компьютеров института открыт доступ к:

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

Электронно-библиотечные системы:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Все виды занятий по дисциплине «Химия твердого тела» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

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

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

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

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

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

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

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

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

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

Microsoft Office (Microsoft Excel, Power Point)

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

База данных журналов РИНЦ.

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

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

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

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

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

**Помещение для самостоятельной работы.**

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

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

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

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Химия твердого тела»**

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

| Индекс компетенции | Содержание <sup>1</sup>   | Этап формирования <sup>2</sup> |
|--------------------|---|--------------------------------|
| ПК-2               | Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи «состав-строение-свойства» и конструированию неорганических и композиционных материалов с заданными функциональными свойствами | промежуточный                  |

<sup>1</sup> **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<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)

## 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-2.7</b><br>Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в области химии твердого тела, а также результаты расчетов свойств твердых веществ и материалов | <b>Рассказывает об</b> основных понятиях химии твердого тела: описание кристаллических структур, дефекты в твердых телах, физические свойства и реакционная способность твердых веществ (ЗН-1) | Ответы на вопросы к экзамену № 1-54 | Путается в основных понятиях химии твердого тела  | Рассказывает о кристаллических структурах, дефектах в твердых телах, физических свойствах и реакционной способности твердых веществ с ошибками | Правильно описывает основные понятия химии твердого тела: описание кристаллических структур, дефекты в твердых телах, физические свойства и реакционная способность твердых веществ |
|  | <b>Анализирует</b> химическую информацию, выделяя основные проблемы из области химии твердого тела, предлагать пути их решения (У-1)   | Ответы на вопросы к экзамену № 1-54 | Анализирует с ошибками химическую информацию из области химии твердого тела   | С наводящими вопросами анализирует химическую информацию, выделяя основные проблемы из области химии твердого тела, предлагать пути их решения | Правильно анализирует химическую информацию, выделяя основные проблемы из области химии твердого тела, предлагать пути их решения   |
|  | <b>Выбирает</b> основные понятия химии твердого тела и использует их при анализе результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ (Н-1)                                    | Ответы на вопросы к экзамену № 1-54 | Путается в основных понятиях химии твердого тела и не использует их при анализе результатов собственных экспериментов и | Выбирает с наводящими вопросами основные понятия химии твердого тела.  | Правильно выбирает основные понятия химии твердого тела и использует их при анализе результатов собственных экспериментов и   |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Показатели сформированности (дескрипторы)   | Критерий оценивания                 | Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)   |   |   |
|--|---|-------------------------------------|--|---|---|
|  |   |                                     | «удовлетворительно» (пороговый)  | «хорошо» (средний)  | «отлично» (высокий)   |
|  |   |                                     | расчетно-теоретических работ   |   | расчетно-теоретических работ  |
| <b>ПК-2.8</b><br>Применение знаний о свойствах соединений сложного состава при анализе закономерностей «состав-структура-свойства» | <b>Сопоставляет</b> составы, физико-химические свойства и области применения основных классов современных материалов (ЗН-2)             | Ответы на вопросы к экзамену № 1-54 | С ошибками сопоставляет составы, физико-химические свойства и области применения основных классов современных материалов         | С наводящими вопросами сопоставляет составы, физико-химические свойства и области применения основных классов современных материалов        | Правильно сопоставляет составы, физико-химические свойства и области применения основных классов современных материалов                           |
|  | <b>Осуществляет</b> выбор современных неорганических материалов и оптимальных методов их физико-химического анализа (У-2)               | Ответы на вопросы к экзамену № 1-54 | Путается в выборе современных неорганических материалов и оптимальных методов их физико-химического анализа                      | Выбирает современные неорганические материалы и оптимальные методы их физико-химического анализа с наводящими вопросами                     | Правильно осуществляет выбор современных неорганических материалов и оптимальных методов их физико-химического анализа                            |
|  | <b>Использует</b> теоретические основы, физико-химические свойства материалов и закономерности синтеза твердофазных веществ (Н-2) (Н-2) | Ответы на вопросы к экзамену № 1-54 | Неправильно использует теоретические основы, физико-химические свойства материалов и закономерности синтеза твердофазных веществ | Использует теоретические основы, физико-химические свойства материалов и закономерности синтеза твердофазных веществ с помощью руководителя | Использует теоретические основы, физико-химические свойства материалов и закономерности синтеза твердофазных веществ в своей научной деятельности |

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента**  
**по компетенции ПК-2:**

1. Твердые тела и структура их кристаллических решеток
2. Типы химических связей характерных для твердых тел
3. Металлические системы и соединения, образующиеся в металлических системах
4. Неравновесные и точечные дефекты в кристаллических решетках твердых тел
5. Диаграммы плавкости металлических систем, их разновидности (эвтектические, перитектические, с твердыми растворами).
6. Фазовые диаграммы и фазовые равновесия в солевых, оксидно-солевых и оксидных системах, типы диаграмм состояния.
7. Соединения постоянного и переменного составов (дальтонида, бертоллиды)
8. Полиморфизм и полиморфные переходы, характерные индивидуальным твердым веществам.
9. Диффузия и химические процессы в твердых веществах. Влияние механических напряжений на диффузию в твердых телах.
10. Аппаратура необходимая для проведения дифференциально-термического анализа.
11. Оборудование необходимое для проведения калориметрических измерений.
12. Аппаратура для проведения рентгенофазовых и рентгеноструктурных исследований. Правила отжига и закалки образцов при идентификации фаз и структуры исследуемых образцов.
13. Направленная диффузия. Взаимная диффузия. Диффузия в нестехиометрических кристаллах и кристаллах, содержащих примеси.
14. Металлическая проводимость. Сверхпроводники первого и второго рода. Полупроводники. Ширина запрещенной зоны простых и бинарных кристаллов.
15. Диффузия ионов в электрическом поле. Числа переноса и их определение. Суперионные проводники.
16. Твердофазные процессы. Термодинамика образования зародыша. Диффузионно-контролируемые реакции. Твердофазный синтез. Рост кристаллов.
17. Нестехиометрия. Взаимодействие дефектов и их ассоциация. Твердые растворы. Условия образования твердых растворов замещения.
18. Основные типы взаимодействия точечных дефектов.
19. Методы получения монокристаллов.
20. Методы получения аморфных материалов.
21. Классификация твердых тел по характеру расположения атомов.
22. Квазикристаллы и их применение.
23. Определение структуры кристалла с использованием дифракционных методов
24. Основные типы связей в твердых телах.
25. Аллотропия и полиморфизм. Политипия. Изоморфизм.
26. Полиморфные превращений химических веществ в условиях высокого давления.
27. Механические свойства твердых тел.
28. Кинетическая (флуктуационная) теория прочности твердых тел.
29. Методы изучения механических свойств твердых тел.
30. Получение материалов интенсивной пластической деформацией.
31. Акустические и оптические фононы.
32. Тепловое расширение кристаллов.
33. Теплоемкость кристалла. Зависимость теплоемкости от температуры. Закон Дюлонга и Пти. Модели Эйнштейна и Дебая для теплоемкости твердых тел.
34. Теплопроводность и температуропроводность твердых тел.
35. Теплопроводность диэлектриков. Теплопроводность металлов.
36. Зонная теория твердого тела.

37. Теория металлов Друде-Лоренца.
38. Методы определения удельного электросопротивления и эффекта Холла в твердых телах.
39. Основы теории перколяции.
40. Дефекты по Шоттки. Равновесная концентрации дефектов.
41. Дефекты по Френкелю. Температурная зависимость концентрации дефектов
42. Способы описания дефектных кристаллов квазихимическим методом.
43. Краевые, винтовые и смешанные дислокации.
44. Радиационные дефекты.
45. Дислокации и рост кристаллов. Вискеры.
46. Механизмы диффузии в кристаллах. I-ый и II-ой законы Фика.
47. Эффект Киркендаля.
48. Экспериментальные методы измерения коэффициента диффузии.
49. Магнитные свойства кристаллов. Намагниченность, восприимчивость Природа диамагнетизма, парамагнетизма, ферромагнетизма.  
Магнитные жидкости.
50. Сверхпроводимость. Основные свойства сверхпроводников.
51. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода.
52. Основные положения микроскопической теории сверхпроводимости БКШ (Бардина-Купера- Шриффера).
53. Высокотемпературные сверхпроводники. Модели Д. Литтла и В. Л. Гинзбурга.
54. Технические применения сверхпроводников.

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.  
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(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»).