

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 18.07.2023 21:51:07  
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  
« 04 » марта 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата

**Все направленности**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

**Факультет механический**

**Кафедра теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2021

Б1.О.13

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность разработчика | Подпись | Ученое звание,<br>фамилия, инициалы |
|------------------------|---------|-------------------------------------|
| Доцент                 |         | доцент Мякин С.В.                   |

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение» обсуждена на заседании кафедры  
теоретических основ материаловедения  
протокол от «03» февраля 2021 № 4  
Заведующий кафедрой

М.М.Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от «02» 03 2021 № 6

Председатель

А.Н.Луцко

## СОГЛАСОВАНО

|   |  |                             |
|---|--|-----------------------------|
| Руководители направления подготовки                               |  | М.В. Рутго<br>В.И. Крутиков |
| Директор библиотеки   |  | Т.Н. Старостенко            |
| Начальник методического отдела<br>учебно-методического управления |  | Т.И. Богданова              |
| Начальник<br>учебно-методического управления                      |  | С.Н. Денисенко              |
|   |  |                             |

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... | 04 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....   | 05 |
| 3. Объем дисциплины .....   | 05 |
| 4. Содержание дисциплины  |    |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....   | 06 |
| 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....   | 07 |
| 4.3. Занятия лекционного типа.....  | 08 |
| 4.4. Занятия семинарского типа.....   | 09 |
| 4.4.1. Лабораторные занятия.....  | 09 |
| 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....  | 11 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....                                       | 12 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....  | 12 |
| 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....   | 13 |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....  | 15 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....  | 16 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине                                |    |
| 10.1. Информационные технологии.....  | 16 |
| 10.2. Программное обеспечение.....  | 16 |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....   | 17 |
| 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....                                  | 17 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....  | 17 |
| Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации... 18   |    |

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

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

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)   |
|---|--|---|
| <p><b>ОПК-1</b><br/>Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p> | <p><b>ОПК-1.5</b><br/>Знание и использование на практике современных представлений о взаимосвязи между составом, структурой и свойствами материалов.</p> | <p><b>Знать:</b> современные представления о строении вещества, основные механические, физические, химические свойства и эксплуатационные характеристики материалов и принципы взаимосвязи «состав-структура-свойства материалов» (ЗН-1).<br/><b>Уметь:</b><br/>- использовать на практике знания о влиянии кристаллической структуры и природы химической связи на свойства материалов (У-1).<br/><b>Владеть:</b><br/>- навыками применения знаний диаграмм состояния сплавов для решения задач своей профессиональной деятельности (Н-1).</p> |
| <p><b>ОПК-4</b><br/>Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p>                       | <p><b>ОПК-4.7</b><br/>Способен осуществлять рациональный выбор методов и технических средств для определения свойств сырья и готовой продукции.</p>      | <p><b>Знать:</b><br/>- основные методы определения свойств и эксплуатационных характеристик материалов (ЗН-2);<br/><b>Уметь:</b><br/>- осуществлять оптимальный выбор материалов для практических применений (У-2);<br/><b>Владеть:</b><br/>- навыками проведения измерений и испытаний важнейших свойств материалов (Н-2)</p>  |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.О.13) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Математика». Полученные в процессе изучения дисциплины «Материаловедение» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Системный анализ химических технологий», а также при прохождении преддипломной практики и 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>58</b>                  |
| занятия лекционного типа   | 18                         |
| занятия семинарского типа, в т.ч.  | 36                         |
| семинары, практические занятия   | -                          |
| лабораторные работы  | 36                         |
| курсовое проектирование (КР или КП)  | -                          |
| КСР  | 4                          |
| другие виды контактной работы  | -                          |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>50</b>                  |
| <b>Форма текущего контроля</b>   | тестирование               |
| <b>Форма промежуточной аттестации</b>  | Экзамен ( <b>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 |
|--------------|--|--|---|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|
|              |  |  | Семинары и/или практические занятия     | Лабораторные работы |                                      |                         |
| 1            | Введение. Строение, свойства, структуры и дефекты твердых веществ.   | 2                                      | -                                       | -                   | 4                                    | ОПК-1                   |
| 2            | Диаграммы равновесного состояния.  |  | -                                       | 6                   | 2                                    | ОПК-1                   |
| 3            | Диаграмма железо-углерод. Железо-углеродные сплавы.  | 1                                      | -                                       | 4                   | 4                                    | ОПК-1                   |
| 4            | Превращения в сталях при нагревании и охлаждении. Термическая, химико-термическая и термомеханическая обработка. | 2                                      | -                                       | 4                   | 4                                    | ОПК-1                   |
| 5            | Легированные стали, стали с особыми свойствами. Инструментальные материалы.                                      | 1                                      | -                                       | 4                   | 2                                    | ОПК-4                   |
| 6            | Цветные металлы. Сплавы на основе алюминия и меди  | 2                                      | -                                       | 4                   | 4                                    | ОПК-4                   |
| 7            | Электротехнические материалы   | 2                                      | -                                       | 4                   | 4                                    | ОПК-4                   |
| 8            | Полимеры, пластмассы, резины   | 2                                      | -                                       | 2                   | 4                                    | ОПК-4                   |
| 9            | Стекло и керамика  |  | -                                       | 2                   | 6                                    | ОПК-4                   |
| 10           | Композиционные материалы   | 2                                      | -                                       | 2                   | 6                                    | ОПК-4                   |
| 11           | Наноматериалы  | 2                                      | -                                       |                     | 6                                    | ОПК-1<br>ОПК-4          |
| 12           | Коррозия и методы защиты от нее  | 2                                      | -                                       | 4                   | 4                                    | ОПК-1<br>ОПК-4          |
| <b>Итого</b> |  | <b>18</b>                              | <b>-</b>                                | <b>36</b>           | <b>50</b>                            |                         |

**4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины**

| № п/п | Код индикаторов достижения компетенции   | Наименование раздела дисциплины   |
|-------|--|---|
| 1     | <p><b>ОПК-1.5</b><br/>Знание и использование на практике современных теоретических представлений о взаимосвязи между составом, структурой и свойствами материалов.</p> | <p>Введение. Строение, свойства, структура и дефекты твердых веществ<br/>           Диаграммы равновесного состояния.<br/>           Диаграмма железо-углерод. Железоуглеродные сплавы.<br/>           Превращения в сталях при нагревании и охлаждении.<br/>           Термическая, химико-термическая и термомеханическая обработка.<br/>           Наноматериалы.<br/>           Коррозия и методы защиты от нее.</p>  |
| 2     | <p><b>ОПК-4.7</b><br/>Оптимальный выбор материалов и методов их испытаний для решения конкретных профессиональных задач</p>  | <p>Диаграмма железо-углерод. Железоуглеродные сплавы.<br/>           Легированные стали, стали с особыми свойствами.<br/>           Инструментальные материалы.<br/>           Цветные металлы. Сплавы на основе алюминия и меди<br/>           Электротехнические материалы.<br/>           Полимеры, пластмассы, резины.<br/>           Стекло и керамика.<br/>           Композиционные материалы.<br/>           Наноматериалы.<br/>           Коррозия и методы защиты от нее.</p> |

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---------------------|
| 1                    | <b>Введение. Строение, свойства, структуры и дефекты твердых веществ.</b><br>Строение твердых веществ, влияние типа химической связи на механические свойства твердых веществ (прочность, пластичность, твердость, упругость). Дефекты кристаллической решетки.   | 2                 | Дискуссия           |
| 3                    | <b>Диаграмма железо-углерод. Железо-углеродные сплавы.</b> Фазы и их смеси, образующиеся при взаимодействии железа с углеродом. Фазовые превращения и критические точки. Стали, чугуны: способы получения, классификация, основные свойства и применение.   | 1                 |                     |
| 4                    | <b>Превращения в сталях при нагревании и охлаждении. Термическая, химико-термическая и термомеханическая обработка.</b><br>Термообработка железо-углеродных сплавов. Закалка, отпуск, отжиг, нормализация, старение.<br>Термомеханическая обработка: наклеп, нагартовка.  | 2                 | Дискуссия           |
| 5                    | <b>Легированные стали, стали с особыми свойствами. Инструментальные материалы.</b> Маркировка легированных сталей. Влияние легирующих элементов на свойства стали. Области применения и особенности свойств легированных сталей. Конструкционные стали, коррозионностойкие стали, пружинные стали, шарикоподшипниковые стали. | 1                 |                     |
| 6                    | <b>Цветные сплавы.</b> Маркировка, свойства, применение. Алюминий и сплавы на его основе. Медь и её сплавы, бронзы, латуни.   | 2                 |                     |
| 7                    | <b>Электротехнические материалы.</b> Классификация. Проводники, контактные материалы, припои, материалы для нагревательных элементов, термодпары, биметаллы. Полупроводники. Диэлектрики. Материалы с особыми магнитными свойствами: магнитомагкие и магнитотвёрдые сплавы.   | 2                 | Дискуссия           |
| 8                    | <b>Полимеры, пластмассы, резины.</b><br>Основные виды и характеристики полимеров, их классификация по термическим свойствам. Пластмассы – состав, виды наполнителей, особые свойства, связь структуры со свойствами, производство и особенности применения.   | 2                 |                     |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 10                   | <b>Композиционные материалы.</b> Классификация композиционных материалов. Дисперсионно наполненные, волокнистые, слоистые композиты. Методы создания композиционных материалов. Особенности анализа структуры и свойств композиционных материалов.   | 2                 | Дискуссия           |
| 11                   | <b>Наноматериалы.</b> Наноразмерные эффекты в материалах. Связь структуры со свойствами в наноматериалах. Различные типы наноматериалов. Общие подходы к синтезу наноматериалов. Особенности обращения и применения наноматериалов. Нанокompозиты.   | 2                 | Дискуссия           |
| 12                   | <b>Коррозия и методы защиты от нее.</b> Виды коррозионных разрушений. Показатели коррозионной стойкости. Методы диагностики коррозионных разрушений и испытаний на коррозионную стойкость. Химическая и электрохимическая коррозия. Методы защиты от коррозии легирование, нанесение защитных покрытий и пассивирующих слоев, электрохимическая защита (протекторная, катодная, анодная), ингибирование, удаление агрессивных компонентов. | 2                 | Дискуссия           |

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Лабораторные работы.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|--|-------------------|------------|
| 2                    | <b>Диаграммы равновесного состояния.</b> Построение и анализ различных видов диаграмм равновесного состояния и соответствующих им кривых охлаждения сплавов, определение фазового состава и структуры сплавов. | 6                 |            |
| 3                    | <b>Изучение микроструктуры сталей и чугунов.</b> Микроскопический анализ образцов сталей и чугунов. Определение размеров зерен и изучение их распределения по размерам.  | 2                 |            |
|                      | <b>Определение твёрдости сталей методами Бринелля и Роквелла.</b> Измерение твердости сталей, статистическая обработка и сравнительный анализ полученных результатов.  | 2                 |            |

| №<br>раздела<br>дисципли<br>ны | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия   | Объем,<br>акад.<br>часы | Примечание                            |
|--------------------------------|---|-------------------------|---------------------------------------|
| 4                              | <b>Закалка и отпуск сталей.</b><br>Изучение влияния закалочных сред (скорости охлаждения) на структуру и физико-механические свойства сталей.<br>Изучение влияния условий отпуска сталей на их физико-механические свойства   | 4                       |                                       |
| 5                              | <b>Сравнительный анализ легированных сталей.</b><br>Сопоставление состава, структуры и свойств различных марок легированных сталей, выбор режимов их термообработки; выбор марок сталей для конкретных применений   | 4                       | Дискуссия, анализ конкретных ситуаций |
| 6                              | <b>Сравнительный анализ сплавов на основе алюминия и меди.</b><br>Сопоставление состава, структуры и свойств различных марок сплавов на основе алюминия и меди, выбор режимов их термообработки; выбор марок сталей для конкретных применений   | 4                       | Дискуссия, анализ конкретных ситуаций |
| 7                              | <b>Исследование электропроводности полупроводниковых материалов.</b><br>Изучение температурных зависимостей электропроводности полупроводниковых материалов, расчет энергий активации собственной и примесной проводимости на основе полученных результатов   | 4                       |                                       |
| 8                              | <b>Изучение особенности применения вспучивающихся (интумесцентных) огнезащитных полимерных композитов.</b> Измерение толщины защитного покрытия, коэффициента вспучивания, группы огнезащитной эффективности согласно НПБ 236-97.   | 2                       |                                       |
| 9                              | <b>Получение стеклоэмалевых покрытий на стали.</b><br>Формирование стеклоэмалевых покрытий и исследование их характеристик (толщины, сплошности, адгезии)   | 2                       |                                       |
| 10                             | <b>Исследование структуры композиционных материалов на металлографическом микроскопе.</b>   | 2                       |                                       |
| 12                             | <b>Определение показателей коррозионной стойкости.</b><br>Определяют весового, объемного и электрохимического показателей коррозионной стойкости по результатам измерения потери массы металла, объема выделившегося водорода и силы коррозионного тока в результате взаимодействия с агрессивными средами. | 4                       |                                       |

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения  | Объем, акад. часы | Форма контроля   |
|----------------------|--|-------------------|------------------|
| 1                    | <b>Введение. Строение, свойства и дефекты твердых тел.</b> (удаления и формирования дефектов, регулирования их концентрации). Классификация и квалификация веществ и материалов по степени чистоты. Влияние степени чистоты на свойства веществ. | 4                 | Устный опрос     |
| 2                    | <b>Диаграммы состояния.</b> Взаимосвязь между составом и свойствами материалов для различных вариантов взаимодействия компонентов в двухкомпонентных системах. Правило Курнакова   | 2                 | Письменный опрос |
| 3                    | <b>Диаграмма железо-углерод. Железо-углеродные сплавы.</b> Новые технологии производства чугуна и сталей. Новые марки сталей. Зарубежные классификации и марки сталей.   | 4                 | Письменный опрос |
| 4                    | <b>Превращения в сталях при нагревании и охлаждении. Термическая, химико-термическая и термомеханическая обработка.</b> Химико-термическая обработка. Цементация. Азотирование. Нитроцементация. Цианирование. Диффузионная металлизация.        | 4                 | Устный опрос     |
| 5                    | <b>Легированные стали, стали с особыми свойствами. Инструментальные материалы.</b> Автоматные стали. Литейные стали. Износостойкие стали. Инструментальные стали. Твердые сплавы. Абразивные материалы.  | 2                 | Письменный опрос |
| 6                    | <b>Цветные сплавы.</b> Специальные медно-никелевые сплавы. Сплавы с эффектом «памяти формы».   | 4                 | Письменный опрос |
| 7                    | <b>Электротехнические материалы.</b> Материалы для теплоотводящих подложек. Наноматериалы для электроники. Твёрдые электролиты.  | 4                 | Письменный опрос |
| 8                    | <b>Полимеры, пластмассы, резины.</b> Резины – состав, виды наполнителей, особые свойства, связь структуры со свойствами, производство и особенности применения.  | 4                 | Устный опрос     |
| 9                    | <b>Стекло и керамика.</b> Стеклообразное состояние вещества. Способы производства стекла. Виды стекла и области его применения. Виды технической керамики, связь структуры со свойствами, производство и особенности применения.                 | 6                 | Устный опрос     |
| 10                   | <b>Композиционные материалы.</b> Направления создания новых композиционных материалов. Композиционные материалы в живой природе.   | 6                 | Устный опрос     |

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения  | Объем, акад. часы | Форма контроля   |
|----------------------|--|-------------------|------------------|
| 11                   | <b>Наноматериалы.</b><br>Наноструктурированные углеродные материалы: фуллерены, нанотрубки, графен. Получение, свойства, методы исследования, области применения. Производство нанопорошков. | 6                 | Устный опрос     |
| 12                   | <b>Коррозия и методы защиты от нее.</b> Атмосферная коррозия. Подземная коррозия. Межкристаллитная коррозия. Методы защиты от коррозии.  | 4                 | Письменный опрос |

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется тремя вопросами из различных разделов дисциплины.

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

Пример варианта вопросов и задания на экзамене:

|  |
|--|
| <p>Билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Природа химической связи и свойства материалов.</li> <li>2. Подходы к предотвращению коррозии на стадии проектирования.</li> <li>3. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.</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. Материаловедение: учебное пособие / М.М.Сычев, С.В.Мякин, Т.В.Лукашова, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2017. – 66 с.
2. Лукашова, Т.В. Углеродистые стали: учебное пособие / Т.В.Лукашова, С.В.Мякин, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2018. – 23 с.
3. Легированные стали: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.И. Гринева, В.Н. Коробко, С.В. Мякин // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 38 с.
4. Алюминий, магний и легкие сплавы на их основе: учебное пособие / С.В.Мякин, Т.В. Лукашова, Н.А. Христюк, М.М. Сычев // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 32 с.
5. Лукашова, Т.В. Медь и сплавы на ее основы: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.В. Мякин, К.А. Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. – 34 с.
6. Мякин, С.В. Никель, титан и сплавы на их основе: Учебное пособие / С.В. Мякин, Т.В.Лукашова // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 39 с.
7. Арзамасов, В.Б. Материаловедение: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин, - Москва : Издательский центр «Академия», 2013. – 173 с. - ISBN 978-5-7695-8835-8.
8. Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения: / Г. Готтштайн; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина, под ред. В. П. Зломанова. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 400 с. - ISBN 978-5-94774-769-0.
9. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы: учебное пособие для вузов по спец. 020101 (011000) – «Химия» / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин; под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва : Физматлит, 2010. - 452 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1.
10. Каллистер, У. Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры) / У. Д. Каллистер, Д. Дж. Ретвич ; пер. с англ. под ред. А. Я. Малкина. – Санкт-Петербург : Изд-во НОТ, 2011. – 895 с. - ISBN 978-5-91703-022-7.
11. Лахтин, Ю.М. Материаловедение: учебник для вузов. / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – Москва : Альянс, 2009. – 528 с. - ISBN 978-5-903034-54-3.
12. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М. Сычев, В.Н. Коробко, В.В. Бахметьев, С.В. Мякин [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2013. – 161 с.

13. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие для вузов по спец. "Технология переработки пластических масс и эластомеров" / М. Л. Кербер [и др.]. – Санкт-Петербург : Профессия, 2009. – 557 с. - ISBN 978-5-93913-130-8.

14. Солнцев, Ю.П. Материаловедение: учебник для вузов. / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2007 – 784 с. - ISBN 5-93808-131-9.

15. Химическая диагностика материалов / В. Г. Корсаков [и др.]. Петербург. гос. ун-т путей сообщения. – Санкт-Петербург : Петербург. гос. ун-т путей сообщения, 2010. – 224 с. - ISBN 978-5-7641-0254-2.

#### **б) электронные издания:**

1. Материаловедение: учебное пособие / М.М.Сычев, С.В.Мякин, Т.В.Лукашова, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2017. – 66 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Лукашова, Т.В. Углеродистые стали: учебное пособие / Т.В.Лукашова, С.В.Мякин, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2018. – 23 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Легированные стали: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.И. Гринева, В.Н. Коробко, С.В. Мякин // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 38 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. Алюминий, магний и легкие сплавы на их основе: учебное пособие / С.В.Мякин, Т.В. Лукашова, Н.А. Христюк, М.М. Сычев // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 32 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.02.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. Лукашова, Т.В. Медь и сплавы на ее основы: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.В. Мякин, К.А. Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. – 34 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6. Мякин, С.В. Никель, титан и сплавы на их основе: Учебное пособие / С.В. Мякин, Т.В.Лукашова // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 39 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7. Закалка углеродистых сталей: Методические указания к лабораторной работе: / В. Н. Коробко [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения.– Санкт-Петербург : [б. и.], 2010. – 22 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Коробко, В.Н. Основы технологии конструкционных материалов: Учебное пособие / В. Н. Коробко, М. М. Сычев, А. Б. Романов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2012. - 97 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

9. Коробко, В. Н. Иллюстративный материал для лекций по курсу "Материаловедение": учебное пособие / В.Н. Коробко, М.М. Сычев, Г.Е. Горянина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2011. – 61с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

10. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев, В.Н. Коробко, В.В. Бахметьев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2013. – 161 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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

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

- **Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)**

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114\_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.lti-gti.ru/>

**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:

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

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

[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

[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 Cote + издательства American Chemical Society;  
<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.  
[www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru).

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

Все виды занятий по дисциплине «Общее материаловедение и технологии материалов» 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.

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.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Операционная система Microsoft Windows 10 Professional;
- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security;
- Apache OpenOffice.org (Apache 2.0) / LibreOffice (GNU LGPL 3+, MPL2.0);
- PTC Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating).

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

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

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

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

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами.

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

1. Ультразвуковой твёрдомер «Константа К5У»
2. Твёрдомер по методу Роквелла РТП 5011
3. Микротвёрдомер ПМТ-3 – 3 шт.
4. Микроскопы измерительные – 10 шт.
5. Микроскопы металлографические МИМ-5, МИМ-6, МИМ-7 – 13 шт.
6. Окулярная видеокамера к микроскопу ALTAMI USB – 3 шт.
7. Электропечи камерные СНОЛ 3/11 – 2 шт.
8. Сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ
9. Весы аналитические электронные ВЛР 200
10. Видеопроектор NEC – 2 шт.
11. Коллекции микрошлифов: Чугуны (белые и серые). Углеродистые стали. Легированные стали. Цветные сплавы.
12. Твёрдомер по методу Роквелла РТП 5011.

### **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.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Общее материаловедение и технологии материалов»**

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

| Индекс компетенции | Содержание  | Этап формирования |
|--------------------|---|-------------------|
| ОПК-1              | Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов | промежуточный     |
| ОПК-4              | Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья                       | 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<br>(описание выраженности дескрипторов)   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|
|   |  |   | «удовлетворительно»<br>(пороговый)  | «хорошо»<br>(средний)   | «отлично»<br>(высокий)  |
| ОПК-1.5<br>Знание и использование на практике современных представлений о взаимосвязи между составом, структурой и свойствами материалов. | <b>Знать:</b> современные представления о строении вещества, основные механические, физические, химические свойства и эксплуатационные характеристики материалов и принципы взаимосвязи «состав-структура-свойства материалов» (ЗН-1). | Ответы на вопросы №. 1-7, 41-50.          | Имеет представление об основных подходах к установлению взаимосвязи между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов | Способен анализировать взаимосвязь между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов на конкретных примерах | Способен самостоятельно формулировать цели и решать задачи по анализу взаимосвязи между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов         |
|   | <b>Уметь:</b><br>- использовать на практике знания о влиянии кристаллической структуры и природы химической связи на свойства материалов (У-1).  | Ответы на вопросы №.8-15.                 | Имеет представление о характеристиках кристаллической структуры, видах химической связи и их влиянии на свойства материалов                 | Способен анализировать влияние характеристик кристаллической структуры и типа химической связи на свойства материалов             | Способен анализировать свойства материалов во взаимосвязи с характеристиками их кристаллической структуры и типом химической связи при решении практических задач |
|   | <b>Владеть:</b><br>- навыками применения знаний диаграмм состояния сплавов для решения задач своей профессиональной деятельности (Н-1).  | Ответы на вопросы № 6, 7 и задание № 1-5. | Имеет представление об основных видах диаграмм состояния их назначения и содержащейся в них информации                                      | Способен продемонстрировать связь структуры сплава с его свойствами, используя диаграмму состояния сплава                         | Способен, используя диаграмму состояния, выбрать термические режимы для получения заданной структуры сплава.  |

|   |  |   |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|
| <b>ОПК-4.7</b><br>Способен осуществлять рациональный выбор методов и технических средств для определения свойств сырья и готовой продукции. | <b>Знать:</b><br>основные методы обработки материалов с целью улучшения их эксплуатационных свойств (ЗН-2) | Ответы на вопросы № 11-15, 26 и задание 6     | Имеет представление об основных методах обработки материалов с целью улучшения их эксплуатационных свойств | Способен выбирать оптимальные методы термической, химико-термической и термомеханической обработки материалов при выполнении контрольных заданий | Способен проанализировать особенности изменения структуры и свойств материалов в результате применения выбранного метода обработки для использования в конкретных технологиях. |
|   | <b>Уметь:</b><br>осуществлять оптимальный выбор материалов для практических применений (У-2);              | Ответы на вопросы № 16-40 и задания 7-10      | Имеет представление о принципах оптимального выбора материалов   | Способен осуществлять оптимальный выбор материалов при выполнении контрольных заданий  | Способен выбирать тип материалов с требуемыми свойствами и характеристиками для применения в конкретных технологиях..  |
|   | <b>Владеть:</b><br>навыками проведения измерений и испытаний важнейших свойств материалов (Н-2)            | Ответы на вопросы № 8-10, 42 и задания 11, 12 | Имеет представление о методиках проведения стандартных испытаний материалов.                               | Способен осуществлять оптимальный выбор методов испытаний для определения конкретных характеристик материалов                                    | Способен самостоятельно проводить стандартные испытания материалов при решении практических задач  |

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

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

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

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

##### **Теоретические вопросы:**

1. Материаловедение – определение и объект изучения науки. Классификация материалов.
2. Природа химической связи и свойства материалов.
3. Типы кристаллических решеток, координационные числа, связь с плотностью и другими свойствами кристаллов. Типы дефектов в кристаллах. Влияние дефектов на прочность.
4. Упругая и пластическая деформация. Наклеп. Рекристаллизация.
5. Правило фаз Гиббса. Правило отрезков. Пример применения. Построение кривой охлаждения сплава.
6. Правило Курнакова.
7. Равновесная диаграмма железо-углерод. Линии на диаграмме и критические точки.
8. Механические свойства материалов и способы их измерения.
9. Твёрдость, различные методы определения и их особенности.
10. Методы измерения прочности.
11. Превращения в углеродистых сталях при нагревании и охлаждении. Фазовые превращения.
12. Фазы и структуры в железоуглеродных сплавах.
13. Виды термической обработки – закалка, отпуск, отжиг, нормализация, старение, их назначение, соответствующие изменения структуры и свойств сталей.
14. Химико-термическая обработка.
15. Термомеханическая обработка.

##### **Практические задания:**

1. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
2. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
3. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
4. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с образованием в твердом состоянии химического соединения. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
5. Найти на диаграмме состояния местоположение сплава по заданной структуре.

**б) Вопросы для оценки знаний, сформированных у студента по компетенции ОПК-4:**

**Теоретические вопросы:**

16. Углеродистые стали. Влияние углерода и примесей на структуру и свойства сталей. Маркировка углеродистых сталей.
17. Конструкционные легированные стали. Маркировка, влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей.
18. Стали с особыми свойствами. Нержавеющие, жаростойкие, жаропрочные стали.
19. Углеродистые и легированные инструментальные стали.
20. Автоматные стали. Литейные стали.
21. Износостойкие стали. Сталь Гадфильда.
22. Износостойкие стали. Штамповые стали.
23. Твердые сплавы.
24. Абразивные материалы.
25. Чугуны – виды, получение, свойства, маркировка, применение.
26. Классификация алюминиевых сплавов. Закалка и старение алюминиевых сплавов.
27. Деформируемые алюминиевые сплавы неупрочняемые термообработкой. Маркировка, состав, структура, свойства, применение.
28. Деформируемые алюминиевые сплавы упрочняемые термообработкой. Маркировка, состав, структура, свойства, применение.
29. Спеченные алюминиевые порошки. Марки, структура, состав, свойства, применение.
30. Литейные алюминиевые сплавы (силумины). Марки, структура, состав, свойства, применение.
31. Латунь. Маркировка, состав, свойства, применение.
32. Бронзы. Маркировка, состав, свойства, применение.
33. Пластмассы. Структура. Термопласты, их свойства и применение.
34. Пластмассы. Структура. Реактопласты, их свойства и применение.
35. Электротехнические материалы. Проводниковые материалы с низким удельным сопротивлением. Сверхпроводники.
36. Электротехнические материалы. Проводниковые материалы с высоким удельным сопротивлением. Контактные материалы. Припой.
37. Композиционные материалы. Структура и свойства. Гетинакс, текстолит, стеклотекстолит, ДСП и т.д.
38. Определение и классификация наноматериалов. Особенности наноразмерного состояния вещества.
39. Углеродные наноматериалы.
40. Области применения наноматериалов.
41. Виды коррозионных разрушений.
42. Показатели коррозионной стойкости. Методы диагностики коррозионных разрушений и испытаний материалов на коррозионную стойкость.
43. Внутренние и внешние факторы, влияющие на коррозионную стойкость
44. Механизм электрохимической коррозии и методы защиты от нее.
45. Основные виды химической коррозии и методы защиты от нее.
46. Особенности атмосферная и подземной коррозии.
47. Защита от коррозии за счет воздействия на коррозионную среду.
48. Защитные антикоррозионные покрытия
49. Электрохимическая защита от коррозии
50. Подходы к предотвращению коррозии на стадии проектирования.

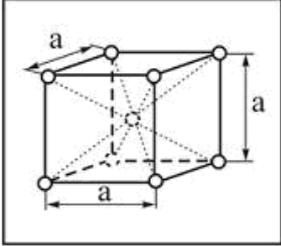
### Практические задания:

6. Предложить режим термообработки заданного сплава для конкретного применения.
7. Выбрать тип и марку стали или чугуна для заданной области и условий применения.
8. Выбрать тип и марку сплава на основе алюминия или меди для заданной области и условий применения.
9. Выбрать тип и марку сплава на основе меди для заданной области и условий применения.
10. Выбрать тип материала с особыми электрическими свойствами для заданного применения.
11. Провести измерение твердости заданного материала по методу Роквелла или Бринелля.
12. Выбрать оптимальный метод диагностики коррозионных разрушений или испытания на коррозионную стойкость заданного материала для конкретного применения.

### 4. Типовые тестовые задания для текущего контроля

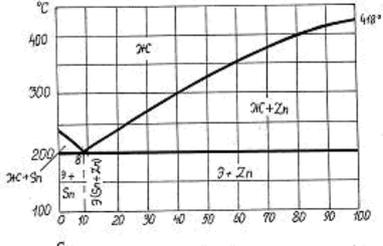
Текущий контроль знаний проводится в виде тестирования после освоения нескольких разделов дисциплины.

Примеры тестовых заданий:

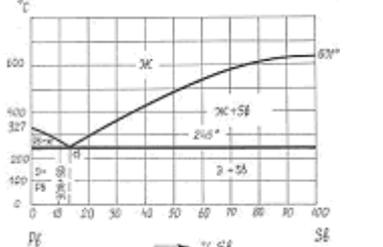
|  |   |  |
|--|---|--|
|   | <p>Кристаллическая решетка, элементарная ячейка которой представлена на рисунке, называется ...</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- гранцентрированной кубической</li> <li>- примитивной кубической</li> <li>- тетрагональной</li> <li>- объемно-центрированной кубической</li> </ul> |
| <p>Деформация, остающаяся после прекращения действия внешних сил, называется ...</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- холодной</li> <li>- горячей</li> <li>- упругой</li> <li>- пластической</li> </ul>  |  |
| <p>Точечными дефектами кристаллической решетки являются ...</p>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- поры</li> <li>- вакансии</li> <li>- дислокации</li> <li>- границы зерен</li> </ul>   |  |
| <p>При пластической деформации металла плотность дислокаций ...</p>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- не изменяется</li> <li>- уменьшается</li> <li>- увеличивается</li> <li>- сначала уменьшается, потом увеличивается</li> </ul> |  |
| <p>Дислокация является дефектом ...</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- точечным</li> <li>- линейным</li> <li>- поверхностным</li> <li>- объемным</li> </ul>   |  |
| <p>Вакансия является дефектом ...</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- объемным</li> <li>- поверхностным</li> <li>- точечным</li> <li>- линейным</li> </ul>   |  |
| <p>Линейными дефектами кристаллической решетки являются ...</p>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- границы зерен</li> <li>- трещины</li> </ul>  |  |

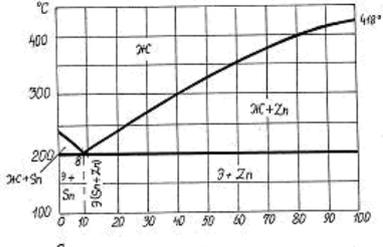
|  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- дислокации</li> <li>- вакансии</li> </ul>  |
| Горячая деформация – это деформация, которую проводят ...                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- при температуре выше комнатной температуры</li> <li>- при температуре выше температуры кристаллизации</li> <li>- при температуре выше температуры перлитного превращения</li> <li>- выше температуры начала мартенситного превращения</li> </ul> |
| Поверхностными дефектами кристаллической решетки являются ...                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- границы зерен</li> <li>- вакансии- раковины</li> <li>- дислокации</li> </ul>   |
| Для веществ с металлической кристаллической решеткой характерны:                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокое электросопротивление, высокая плотность</li> <li>- ковкость, пластичность</li> <li>- хрупкость, низкая теплопроводность</li> <li>- склонность к возгонке, хорошие диэлектрические свойства</li> </ul>                                    |
| Чистые металлы кристаллизуются ...   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- при постоянной температуре</li> <li>- при снижающейся температуре</li> <li>- при увеличивающейся температуре</li> <li>- характер изменения температуры зависит от природы металла</li> </ul>   |
| Для веществ с металлической кристаллической решеткой характерны:                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- хрупкость, низкая теплопроводность</li> <li>- склонность к возгонке, хорошие диэлектрические свойства</li> <li>- высокое электросопротивление, высокая плотность</li> <li>- ковкость, пластичность</li> </ul>                                    |
| На диаграмме Fe-Fe <sub>3</sub> C критическая точка A <sub>3</sub> соответствует линии ... | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ECF</li> <li>- PSK</li> <li>- GS</li> <li>- SE</li> </ul>  |
| Линия ABCD диаграммы «железо-цементит» - это линия ...                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ликвидус</li> <li>- солидус</li> <li>- эвтектического превращения</li> <li>- эвтектоидного превращения</li> </ul>  |
| Самой твердой фазой железоуглеродистых сплавов является ...                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- перлит</li> <li>- феррит</li> <li>- аустенит</li> <li>- цементит</li> </ul>  |
| Цементит – это ...   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- смесь ледебурита и перлита</li> <li>- химическое соединение железа с углеродом</li> <li>- смесь феррита и аустенита</li> <li>- твердый раствор внедрения углерода в железе</li> </ul>  |
| При температуре 727°C в системе «железо-цементит» происходит ...                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- перлитное превращение</li> <li>- образование феррита</li> <li>- образование первичного цементита</li> <li>- эвтектическое превращение</li> </ul>   |
| Наиболее мягкой и пластичной фазой железоуглеродистых сплавов при                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- аустенит</li> <li>- цементит</li> </ul>  |

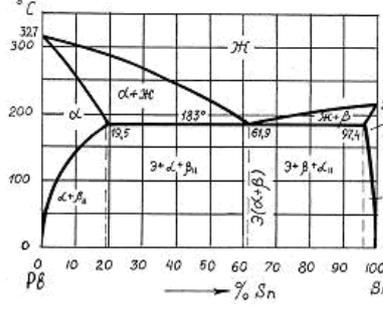
|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| комнатной температуре является ... | - феррит<br>- перлит  |
| Перлит – это ...                   | - твердый раствор внедрения<br>- твердый раствор замещения<br>- химическое соединение железа с углеродом<br>- смесь феррита и цементита эвтектоидного состава |

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Сплав состава 40% Zn+60% Sn кристаллизуется в интервале температур ... | - (418-240) <sup>o</sup> C<br>- (300-200) <sup>o</sup> C<br>- (418-200) <sup>o</sup> C<br>- (355-200) <sup>o</sup> C |
|---|--|--|

|   |   |
|---|---|
| Линия солидус диаграммы состояния – это линия ... | - окончания кристаллизации<br>- растворимости<br>- начала кристаллизации<br>- эвтектоидного превращения |
|---|---|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | Состав сплава 13% Sb+87% Pb является ... | - доэвтектическим<br>- эвтектическим<br>- эвтектоидным<br>- химическим соединением |
|--|--|--|

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | Фазовый состав сплава 70% Zn+30% Sn при температуре 300 <sup>o</sup> C - | - эвтектика (Zn+ Sn) + кристаллы Zn<br>- расплав<br>- эвтектика + кристаллы Zn<br>- эвтектика + кристаллы Sn |
|---|--|--|

|   |                    |  |
|---|--------------------|--|
|  | Свинец и олово ... | - ограниченно растворимы друг в друге в твердом состоянии<br>- образуют химическое соединение<br>- практически не растворимы друг в друге в твердом состоянии<br>- неограниченно растворимы друг в друге в твердом состоянии |
|---|--------------------|--|

|   |   |
|---|---|
| При охлаждении эвтектоидной стали со скоростью выше критической аустенит превращается в ... | - мартенсит<br>- перлит<br>- бейнит<br>- сорбит |
| Структура стали 40 после полного отжига - ...   | - цементит + перлит<br>- перлит<br>- мартенсит  |

|   |  |
|---|--|
|   | - феррит + перлит  |
| Заэвтектоидные стали для неполной закалки нагревают выше ...            | - $A_{c1}$<br>- $A_{cm}$<br>- $A_{c2}$<br>- $A_{c3}$   |
| При увеличении содержания углерода в стали ...                          | - твердость и пластичность увеличиваются<br>- твердость уменьшается, пластичность - увеличивается<br>- твердость и пластичность уменьшаются<br>- твердость увеличивается, пластичность - уменьшается                   |
| Доэвтектоидные стали для полной закалки нагревают выше ...              | - $A_{c1}$<br>- $A_{cm}$<br>- $A_{c2}$<br>- $A_{c3}$   |
| Твердость продуктов распада аустенита понижается в ряду ...             | - мартенсит, перлит, сорбит, троостит<br>- троостит, сорбит, перлит, мартенсит<br>- мартенсит, троостит, сорбит, перлит<br>- перлит, сорбит, троостит, мартенсит   |
| Кристаллическая решетка мартенсита -                                    | - гранцентрированная кубическая<br>- объемно-центрированная кубическая<br>- тетрагональная<br>- гексагональная   |
| Содержание углерода в эвтектоидной стали составляет ...                 | - 4,3%<br>- 0,8%<br>- 2,14%<br>- 6,67  |
| При медленном охлаждении эвтектоидной стали аустенит превращается в ... | - мартенсит<br>- бейнит<br>- перлит<br>- троостит  |
| Азотирование проводят с целью ...                                       | - увеличения пластичности поверхностного слоя<br>- получения мелкозернистой структуры сердцевины<br>- повышения твердости, износостойкости, коррозионной стойкости поверхностного слоя<br>- повышения окалиностойкости |
| Углеродистые стали после отжига, обычно охлаждают ...                   | - в воде<br>- вместе с печью<br>- в растворе соли<br>- на воздухе  |
| После цементации детали подвергают ...                                  | - нормализации<br>- закалке и высокому отпуску<br>- закалке и низкому отпуску<br>- дополнительная термическая обработка не требуется   |
| Для получения высокой твердости, прочности стали применяется ...        | - отжиг<br>- закалка<br>- отпуск<br>- нормализация   |
| Критическая скорость охлаждения при закалке – это ...                   | - минимальная скорость охлаждения, необходимая для фиксации аустенитной структуры  |

|   |  |
|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения трооститной структуры</li> <li>- минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения мартенситной структуры</li> <li>- максимальная скорость охлаждения, при которой аустенит еще распадается на структуры перлитного типа</li> </ul> |
| Поверхностную закалку проводят с целью ...                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- повышения твердости и износостойкости поверхностного слоя при сохранении вязкой сердцевины</li> <li>- изменения химического состава материала поверхностного слоя</li> <li>- повышения ударной вязкости</li> <li>- увеличения пластичности поверхностного слоя</li> </ul>                               |
| Высокий отпуск применяют для ...  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- пружин и рессор</li> <li>- осей автомобилей</li> <li>- мерительного инструмента</li> <li>- режущего инструмента</li> </ul>  |
| Алитирование – это насыщение поверхностного слоя металла ...            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- углеродом</li> <li>- азотом</li> <li>- кремнием</li> <li>- алюминием</li> </ul>   |
| Цементацию целесообразно применять для сталей ...                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- с любым содержанием углерода</li> <li>- высокоуглеродистых</li> <li>- среднеуглеродистых</li> <li>- низкоуглеродистых</li> </ul>  |
| Нормализацию проводят с целью ...                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- устранения дендритной ликвации</li> <li>- снятия напряжений после обработки резанием</li> <li>- получения равновесной структуры стали</li> <li>- получения однородной мелкозернистой структуры стали</li> </ul>   |
| Цианирование – это насыщение поверхностного слоя металла ...            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- цинком</li> <li>- углеродом и азотом</li> <li>- азотом</li> <li>- углеродом</li> </ul>  |
| Для снятия остаточных напряжений после обработки резанием применяют ... | <ul style="list-style-type: none"> <li>- отпуск</li> <li>- закалку</li> <li>- нормализацию</li> <li>- отжиг</li> </ul>   |
| Низкий отпуск применяют для ...   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- осей автомобилей</li> <li>- режущего инструмента</li> <li>- пружин и рессор</li> <li>- штампов горячего деформирования</li> </ul>   |
| Средний отпуск применяют для ...  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- пружин и рессор</li> <li>- шатунов двигателей</li> <li>- мерительного инструмента</li> <li>- режущего инструмента</li> </ul>  |
| Химико-термическая обработка металлов это ...                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обработка, проводимая для повышения механических свойств</li> <li>- обработка поверхности металла химически активными веществами с целью удаления с поверхности оксидных пленок</li> </ul>  |

|   |  |
|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- термическая обработка металлов в химически активной среде, изменяющая состав и свойства поверхностного слоя изделия</li> <li>- корректировка химического состава стали в процессе выплавки путем введения в расплав легирующих элементов</li> </ul> |
| По назначению сталь 55С2 является ...                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> </ul>  |
| По назначению сталь 40ХН2МА является ...                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> </ul>  |
| Для изготовления сердечников трансформаторов используют сталь ... | <ul style="list-style-type: none"> <li>- углеродистую</li> <li>- инструментальную</li> <li>- конструкционную</li> <li>- электротехническую</li> </ul>  |
| Из нижеперечисленных сталей пружинной является ...                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 30ХГСА</li> <li>- 60С2А</li> <li>- У12</li> <li>- 15кп</li> </ul>   |
| Среди нижеперечисленных сталей цементируемыми являются ...        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 15ХФ, 20</li> <li>- 40ХН3МА, 30ХГСА</li> <li>- 65, ШХ15</li> <li>- Х12М1, У10</li> </ul>  |
| По назначению сталь 55С2 является ...                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> </ul>  |
| По назначению сталь 40ХН2МА является ...                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> </ul>  |
| Для изготовления сердечников трансформаторов используют сталь ... | <ul style="list-style-type: none"> <li>- углеродистую</li> <li>- инструментальную</li> <li>- конструкционную</li> <li>- электротехническую</li> </ul>  |
| Из нижеперечисленных сталей пружинной является ...                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 30ХГСА</li> <li>- 60С2А</li> <li>- У12</li> <li>- 15кп</li> </ul>   |
| Среди нижеперечисленных сталей цементируемыми являются ...        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 15ХФ, 20</li> <li>- 40ХН3МА, 30ХГСА</li> <li>- 65, ШХ15</li> <li>- Х12М1, У10</li> </ul>  |
| По назначению сталь 55С2 является ...                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> </ul>  |
| По назначению сталь 40ХН2МА является ...                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> <li>- инструментальной</li> </ul>  |

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> </ul>   |
| Для изготовления сердечников трансформаторов используют сталь ...        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- углеродистую</li> <li>- инструментальную</li> <li>- конструкционную</li> <li>- электротехническую</li> </ul>  |
| Из нижеперечисленных сталей пружинной является ...                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 30ХГСА</li> <li>- 60С2А</li> <li>- У12</li> <li>- 15кп</li> </ul>   |
| Среди нижеперечисленных сталей цементируемыми являются ...               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 15ХФ, 20</li> <li>- 40ХН3МА, 30ХГСА</li> <li>- 65, ШХ15</li> <li>- Х12М1, У10</li> </ul>  |
| По назначению сталь 55С2 является ...                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> </ul>  |
| По назначению сталь 40ХН2МА является ...                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> </ul>  |
| Для изготовления сердечников трансформаторов используют сталь ...        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- углеродистую</li> <li>- инструментальную</li> <li>- конструкционную</li> <li>- электротехническую</li> </ul>  |
| Из нижеперечисленных сталей пружинной является ...                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 30ХГСА</li> <li>- 60С2А</li> <li>- У12</li> <li>- 15кп</li> </ul>   |
| Среди нижеперечисленных сталей цементируемыми являются ...               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 15ХФ, 20</li> <li>- 40ХН3МА, 30ХГСА</li> <li>- 65, ШХ15</li> <li>- Х12М1, У10</li> </ul>  |
| Чугун с графитовыми включениями хлопьевидной формы называется ...        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокопрочным</li> <li>- белым</li> <li>- серым</li> <li>- ковким</li> </ul>  |
| Прочность чугуна в наибольшей степени понижается включениями графита ... | <ul style="list-style-type: none"> <li>- хлопьевидной формы</li> <li>- форма графитовых включений существенного влияния на прочность чугуна не оказывает</li> <li>- глобулярной формы</li> <li>- пластинчатой</li> </ul> |
| Отличительный признак серых, ковких и высокопрочных чугунов -            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- структура металлической основы</li> <li>- форма графитовых включений</li> <li>- форма цементитных образований</li> <li>- количество графитовых включений</li> </ul>             |
| Чугун при выплавке модифицируют для ...                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- изменения структуры основы</li> <li>- измельчения зерна</li> <li>- повышения коррозионной стойкости</li> <li>- изменения формы графитовых включений</li> </ul>                  |
| Дуралюмины – это ... сплавы на   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- литейные</li> </ul>   |

|   |   |
|---|---|
| основе алюминия                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- деформируемые, упрочняемые термической обработкой</li> <li>- деформируемые, не упрочняемые термической обработкой</li> <li>- жаропрочные</li> </ul>  |
| Дюралюмины превосходят чистый алюминий по ... | <ul style="list-style-type: none"> <li>- прочности</li> <li>- теплопроводности</li> <li>- электропроводности</li> <li>- коррозионной стойкости</li> </ul>   |
| Сплавы алюминия с марганцем относятся к ...   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сплавам, неупрочняемым термической обработкой</li> <li>- литейным сплавам</li> <li>- сплавам, упрочняемым термической обработкой</li> <li>- дюралюминам</li> </ul>   |
| Число 59 в марке латуни Л 59 обозначает ...   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание меди, %</li> <li>- содержание цинка, %</li> <li>- предел прочности при растяжении, кгс/мм<sup>2</sup></li> <li>- содержание олова, %</li> </ul>   |
| Сплав марки Л68 имеет состав ...              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 68% Cu, 32% Sn</li> <li>- 68% Cu, 32% Zn</li> <li>- 0,68% C, остальное Fe</li> <li>- 68% Zn, 32% Cu</li> </ul>   |
| Сплавом на основе меди является ...           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- АМг2</li> <li>- Л80</li> <li>- МЛ5</li> <li>- Д16</li> </ul>   |
| Сплав меди с цинком называется ...            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- мельхиором</li> <li>- бронзой</li> <li>- силумином</li> <li>- латунью</li> </ul>   |
| Сплав состава 90%Cu, 10% Zn маркируется       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- БрМЦ90-10</li> <li>- Бр10</li> <li>- Л90</li> <li>- Л10</li> </ul>   |
| Сплавом на основе меди является ...           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Х12М</li> <li>- МЛ5</li> <li>- Д1</li> <li>- БрА5</li> </ul>   |
| Название и химический состав марки ЛК80-3:    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- латунь, содержащая примерно 80% цинка, 3% кадмия, остальное – медь</li> <li>- литейный алюминиевый сплав, содержащий примерно 80% алюминия, 17% меди и 3% кремния</li> <li>- латунь, содержащая примерно 80% меди, 17% цинка и 3% кадмия</li> <li>- литейная эвтектидная сталь, содержит примерно 0,8% углерода и 3% кобальта</li> </ul> |
| Макромолекула каучука имеют строение ...      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- лестничное</li> <li>- густосетчатое</li> <li>- редкосетчатое</li> <li>- линейное или слабоветвленное</li> </ul>  |
| Пластмассами называются ...                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- искусственные материалы на основе полимерных связующих, способные при нагреве под давлением</li> </ul>   |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>принимать заданную форму и затем устойчиво ее сохранять</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- природные или синтетические вещества, обладающие высокой пластичностью</li> <li>- вещества, получаемые в результате реакций полимеризации или поликонденсации</li> <li>- вещества с высокой молекулярной массой, молекулы которых состоят из большого числа элементарных звеньев</li> </ul> |
| При вулканизации каучуков используется ...                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сажа</li> <li>- сера</li> <li>- мел</li> <li>- каолин</li> </ul>   |
| При вулканизации каучука ...                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- возрастает прочность и эластичность, уменьшается пластичность</li> <li>- увеличивается растворимость, повышается пластичность</li> <li>- уменьшается износостойкость, повышается пластичность</li> <li>- понижаются твердость и теплостойкость</li> </ul>  |
| Термопластичными называют полимеры ...                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обратимо затвердевающие в результате охлаждения без участия химических реакций</li> <li>- имеющие пространственную («сшитую») структуру</li> <li>- необратимо затвердевающие в результате протекания химических реакций</li> <li>- имеющие редкосетчатую структуру</li> </ul>  |
| Высоким удельным электрическим сопротивлением обладают ... | <ul style="list-style-type: none"> <li>- диэлектрики</li> <li>- проводники</li> <li>- полупроводники</li> <li>- чистые металлы</li> </ul>   |
| Для изготовления выпрямителей используют ...               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- магниты</li> <li>- диэлектрики</li> <li>- проводники</li> <li>- полупроводники</li> </ul>  |

### **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 – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно». Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций при сдаче экзамена достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».