

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 15.09.2023 17:45:04  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 25 » июня 2019 г.

**Рабочая программа факультатива  
СТЕКЛО**

Направление подготовки

**28.04.03 Наноматериалы**

Направленность программы магистратуры  
**Наноматериалы для Промышленности 4.0**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность разработчика | Подпись | Ученое звание,<br>фамилия, инициалы |
|------------------------|---------|-------------------------------------|
| Заведующий кафедрой    |         | Профессор Сычев М.М.                |

Рабочая программа факультатива «Стекло» обсуждена на заседании кафедры  
теоретических основ материаловедения  
протокол от «06» июня 2019 № 8  
Заведующий кафедрой

М.М. Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от «21» июня 2019 № 11

Председатель

А.Н. Луцко

## СОГЛАСОВАНО

|   |  |                  |
|---|--|------------------|
| Руководитель направления подготовки<br>«Наноматериалы»            |  | М.М. Сычев       |
| 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 факультативу, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... | 4  |
| 2    | Место факультатива в структуре образовательной программы .....  | 5  |
| 4    | Содержание факультатива .....   | 6  |
| 4.1  | Разделы факультатива и виды занятий.....  | 6  |
| 4.2  | Формирование индикаторов достижения компетенций разделами факультатива ...  | 6  |
| 4.3  | Занятия лекционного типа .....  | 7  |
| 4.4  | Самостоятельная работа обучающихся.....   | 8  |
| 5    | Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по факультативу .....                                      | 8  |
| 6    | Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....  | 9  |
| 7    | Перечень учебных изданий, необходимых для освоения факультатива .....   | 9  |
| 8    | Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения факультатива .....  | 10 |
| 9    | Методические указания для обучающихся по освоению факультатива.....   | 10 |
| 10   | Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по факультативу .....                          | 11 |
| 10.1 | Информационные технологии.....  | 11 |
| 10.2 | Программное обеспечение.....  | 11 |
| 10.3 | Базы данных и информационные справочные системы .....   | 11 |
| 11   | Материально-техническое обеспечение освоения факультатива в ходе реализации образовательной программы .....                                 | 11 |
| 12   | Особенности освоения факультатива инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....  | 11 |
|      | Приложение № 1 .....  | 12 |

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

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

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)   |
|---|--|---|
| <p><b>ПК-6</b><br/>Способен обоснованно использовать знания основных типов металлических, неметаллических наноструктурированных и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач.</p> | <p><b>ПК-6.6</b><br/>Выбор материалов для решения конкретных профессиональных задач с учётом их свойств и экономических соображений.</p> | <p><b>Знать:</b><br/>- классификацию неорганических стекол по химическому составу и их отличительные свойства. (Зн -1)<br/>- взаимосвязь строения стекла с его оптическими и теплофизическими свойствами (Зн -2)</p> <p><b>Уметь:</b><br/>- использовать знания о свойствах и строения стекла для решения конкретных профессиональных задач. (У-1).</p> <p><b>Владеть:</b><br/>- навыком выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности, долговечности и других свойств (Н-1)</p> |

## 2 Место факультатива в структуре образовательной программы

Дисциплина «Стекло» является факультативной дисциплиной основной образовательной программы магистратуры (ФТД.02) и изучается на втором курсе, в четвертом семестре.

В методическом плане факультатив опирается на дисциплины «Организация научного проекта», «Автоматизированные информационные системы в химической промышленности», «Структура и свойства наноматериалов», «Химические методы получения наноматериалов и нанокompозитов» и «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов».

Полученные в процессе изучения факультатива «Стекло» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3 Объем факультатива

| Вид учебной работы   | Всего,<br>ЗЕ/академ. часов |
|--|----------------------------|
| <b>Общая трудоемкость факультатива</b><br>(зачетных единиц/ академических часов) | <b>2/ 72</b>               |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>                                       | <b>16</b>                  |
| занятия лекционного типа   | 16                         |
| занятия семинарского типа, в т.ч.  | -                          |
| семинары, практические занятия   | -                          |
| лабораторные работы  | -                          |
| курсовое проектирование (КР или КП)  | -                          |
| КСР  | -                          |
| другие виды контактной работы  | -                          |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>56</b>                  |
| <b>Форма текущего контроля</b>   | -                          |
| <b>Форма промежуточной аттестации</b>  | <b>зачет, реферат</b>      |

## 4 Содержание факультатива

### 4.1 Разделы факультатива и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела факультатива                                      | Занятия лекционного типа, акад. часы | Самостоятельная работа, акад. часы | Формируемые компетенции |
|-------|--|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 1.    | Физическая природа стеклообразного состояния.                          | 2                                    | 6                                  | ПК-6                    |
| 2.    | Химическая природа стеклообразного состояния.                          | 2                                    | 10                                 | ПК-6                    |
| 3.    | Структурные и кинетическая теории стеклообразного состояния.           | 4                                    | 10                                 | ПК-6                    |
| 4.    | Метастабильная ликвация.<br>Кристаллизация. Двухфазные стекла.         | 2                                    | 10                                 | ПК-6                    |
| 5.    | Свойства стекол: теплофизические, оптические, электрические, вязкость. | 6                                    | 20                                 | ПК-6                    |

### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами факультатива

| № п/п | Код индикаторов достижения компетенции | Наименование раздела факультатива   |
|-------|--|---|
| 1.    | ПК-6.6                                 | Физическая природа стеклообразного состояния.<br>Химическая природа стеклообразного состояния.<br>Структурные и кинетическая теории стеклообразного состояния.<br>Метастабильная ликвация. Кристаллизация. Двухфазные стекла.<br>Свойства стекол: теплофизические, оптические, электрические, вязкость. |

### 4.3 Занятия лекционного типа

| № раздела факультатива | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы | Инновационная форма  |
|------------------------|---|-------------------|----------------------|
| 1                      | <p><b>Физическая природа стеклообразного состояния.</b><br/>           Определения стекла. Стеклообразное состояние как особое состояние твердого тела.<br/>           Зависимость изменения объема вещества от температуры. Понятие переохлажденной метастабильной жидкости. Понятие температуры стеклования.</p>  | 2                 | Дискуссия            |
| 2                      | <p><b>Химическая природа стеклообразного состояния</b><br/>           Общие понятия о стеклообразном состоянии.<br/>           Классификация неорганических стекол по химическому составу и их отличительные свойства.<br/>           Понятие структуры стекла. Строение различных видов стекол. Влияние соотношения модификатор/стеклообразователь. Методы изучения структурных особенностей стекла.</p>   | 2                 | Дискуссия            |
| 3                      | <p><b>Структурные и кинетическая теории стеклообразного состояния</b><br/>           Кристаллитная теория Лебедева-Порай-Кошица и теория непрерывной сетки Захариасена.<br/>           Теория микронеоднородного строения стекла.<br/>           Критерии стеклообразования.<br/>           Кинетическая теория.</p>  | 4                 | Интерактивная лекция |
| 4                      | <p><b>Метастабильная ликвация. Кристаллизация. Двухфазные стекла.</b><br/>           Механизмы процесса метастабильной ликвации.<br/>           Примеры стеклообразных систем и методы изучения процесса ликвации.</p>  | 2                 | Интерактивная лекция |
| 5                      | <p><b>Свойства стекол: теплофизические, оптические, электрические, вязкость.</b><br/>           Технологическая шкала вязкости. Реологические модели для расчета кривой вязкости.<br/>           Коэффициент термического расширения.<br/>           Термостойкость.<br/>           Оптические свойства стекол: поглощение, отражение, преломление, рассеяние, люминесценция.<br/>           Химическая стойкость/<br/>           Электропроводность. Механизмы. Влияние температуры. Полищелочной эффект.<br/>           Диэлектрическая проницаемость в зависимости от состава стекла.<br/>           Диффузия и взаимодиффузия. Диффузия газов.<br/>           Ионный обмен.</p> | 6                 | Интерактивная лекция |

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

| № раздела факультатива | Перечень вопросов для самостоятельного изучения  | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|------------------------|--|-------------------|----------------|
| 1                      | <b>Физическая природа стеклообразного состояния.</b><br>Строение твердых тел, ближний и дальний порядок в конденсированных системах.   | 6                 | Реферат        |
| 2                      | <b>Химическая природа стеклообразного состояния</b><br>Фосфатные стекла.<br>Силикатные стекла.<br>Боратные стекла.<br>Фторофосфатные стекла.   | 10                | Реферат        |
| 3                      | <b>Структурные и кинетическая теории стеклообразного состояния</b><br>Методы исследования структуры стекол.<br>Колебательная спектроскопия.<br>Рентгеновская дифракция.  | 10                | Реферат        |
| 4                      | <b>Метастабильная ликвация. Кристаллизация. Двухфазные стекла.</b><br>Примеры использования двухфазных стекол.<br>Стекла марки Викор.<br>Пористые стекла.  | 10                | Реферат        |
| 5                      | <b>Свойства стекол: теплофизические, оптические, электрические, вязкость.</b><br>Методы определения Вязкости для разных температурных диапазонов.<br>Эндо- и экзотермические процессы, происходящие при нагреве стекол.<br>Изучение термических эффектов методами ДСК и ДТА.<br>Показатель преломления и дисперсия. Кроны и флинты.<br>Рефрактометрия.<br>Спектральные свойства стекол. Диапазон пропускания.<br>Влияние ОН-групп.<br>Механизмы разрушения стекла в зависимости от РН среды<br>Ионный обмен- модификация поверхности для формирования активной среды методом низкотемпературного ионного обмена. | 20                | Реферат        |

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по факультативу, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по факультативу и требования к их выполнению, размещены в электронной



информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте:  
<http://media.technolog.edu.ru>.

Рабочей программой факультатива «Стекло» предусмотрена самостоятельная работа обучающихся в объеме **56** часов, проводимая с целью углубления знаний по данной факультативной дисциплине и включает в себя: чтение обучающимися рекомендованной литературы, в т.ч. работу с Интернет-источниками, и усвоение теоретического материала факультатива; подготовку реферата; подготовку к сдаче зачета.

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

Промежуточная аттестация по факультативу проводится в форме сдачи зачёта.

Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется заданиями двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и практическое задание (для проверки умений и навыков), а также вопросами по реферату. Время подготовки обучающегося к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта заданий на зачёте:

#### Вариант № 1

1. Объемная и поверхностная кристаллизация
2. Выбрать стекло с наиболее подходящими для указанной области применения показателем преломления и коэффициентом поглощения.

Фонд оценочных средств по факультативу представлен в Приложении № 1

Результаты освоения факультатива считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачёт».

### **7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения факультатива а) печатные издания:**

1. Гулоян, Ю.А. Физико-химические основы технологии стекла / Ю. А. Гулоян. – Владимир: Транзит-Икс, 2008. – 736 с.
2. Солнцев, Ю.П. Материаловедение. Применение и выбор материалов: учебное пособие / Ю.П. Солнцев, Е.И. Борзенко, С.А. Волжанина. – М.: Химиздат, 2007. – 196 с.
3. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум. / М.М. Сычев [и др.], СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. - СПб., 2013. – 161 с.
4. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 1.: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника»./ А.А. Раскин. – М.: Бином, 2015, 167 с.
5. Рощин В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 2.: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника». / В.М. Рощин. – М.: Бином, 2012, 180 с.
6. Расчеты в производстве строительного стекла (Технологические расчеты) : Учебное пособие для спец. 290600 / Г. Ф. Повитков ; Саратов. гос. техн. ун-т. - Саратов : [б. и.], 2004. - 84 с.
7. Стекла в дисплеях. Требования, особенности технологии, моделирование свойств : Учебное пособие / Ю. К. Старцев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. - СПб. : [б. и.], 2008. - 133 с. : ил. - Библиогр.: с. 129-132.

#### **б) электронные издания:**

8. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум. / М.М. Сычев [и др.], СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. - СПб., 2013. – 161 с.

#### **8 Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения факультатива**

1. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;
2. <http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);
3. База данных патентов ФИПС <http://www.fips.ru/>
4. ИНИЦ [http://www.mtu-net.ru/inic\\_patent/index.html](http://www.mtu-net.ru/inic_patent/index.html)
5. [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;
6. <http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;
7. <http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>,  
<http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания);
8. [www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;
9. <http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));
10. <http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);
11. <http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;
12. <http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

#### **9 Методические указания для обучающихся по освоению факультатива**

Все виды занятий по факультативу «Стекло» проводятся в соответствии с требованиями следующих стандартов:

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

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

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

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для обучающихся является:

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

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

### **10.1 Информационные технологии**

В учебном процессе по данному факультативу предусмотрено использование информационных технологий:

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

### **10.2 Программное обеспечение**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- Open Office.

### **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://worlddofaut.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 факультатива в ходе реализации образовательной программы**

Для проведения занятий по факультативу «Стекло», предусмотренной учебным планом по программе магистратуры, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами;
- специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием;
- аппаратное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по факультативу.

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

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

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
факультативу «Стекло»**

**1 Перечень компетенций и этапов их формирования**

| <b>Компетенции</b> |   |                          |
|--------------------|---|--------------------------|
| <b>Индекс</b>      | <b>Формулировка</b>   | <b>Этап формирования</b> |
| ПК-6               | <b>Способен обоснованно использовать знания основных типов металлических, неметаллических наноструктурированных и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач.</b> | 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)   |
| <b>ПК-6.6</b><br>Выбор материалов для решения конкретных профессиональных задач с учётом их свойств и экономических соображений. | <b>Знает</b> классификацию неорганических стекол по химическому составу и их отличительные свойства. (Зн -1)         | Правильные ответы на вопросы №4-5, 17-20, 29 к зачету.<br>Ответы на вопросы по материалам реферата. | Перечисляет основные виды неорганических стёкол.  | Перечисляет основные виды неорганических стёкол, указывает на их отличия по химическому составу и некоторым свойствам.                  | Имеет четкое представление о классификации неорганических стекол по химическому составу и называет их отличительные свойства.          |
|  | <b>Знает</b> взаимосвязь строения стекла с его оптическими и теплофизическими свойствами. (Зн-2)                     | Правильные ответы на вопросы № 6-9, 21-24 к зачету.<br>Ответы на вопросы по материалам реферата.    | Имеет некоторое представление о взаимосвязи строения стекла с его основными свойствами                              | В целом, понимает взаимосвязь между строением стекла с его оптическими и теплофизическими свойствами.                                   | Четко понимает взаимосвязь между строением стекла с его оптическими и теплофизическими свойствами и может привести конкретные примеры. |
|  | <b>Умеет</b> использовать знания о свойствах и строения стекла для решения конкретных профессиональных задач. (У-1). | Правильные ответы на № 1-3, 10-16 и задания № 1-7 к зачету.   | Может использовать знания о свойствах и строения стекла для решения отдельных задач, но допускает некоторые ошибки. | В целом способен использовать знания о свойствах и строения стекла для решения отдельных задач, однако допускает незначительные ошибки. | Способен самостоятельно найти пути решения конкретных профессиональных задач, используя знания о свойствах и строения стекла.          |

|  |  |   |   |  |  |
|--|--|---|---|--|--|
|  | <b>Владеет</b> навыком выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности, долговечности и других свойств. (Н-1) | Правильные ответы на № 4-5, 25-28 и задания № 1-7 к зачету. | Способен выбрать материалы из ограниченного перечня для заданных условий эксплуатации исходя из общих требований. | Может назвать основные материалы, применимые для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности, долговечности и других свойств. | Способен самостоятельно провести анализ и выбор материалов, в том числе нетривиальных, для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности, долговечности и других свойств. |
|--|--|---|---|--|--|

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

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

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

#### **Темы рефератов**

1. Гипотеза Лебедева.
2. Теория Захариасена для оксидов.
3. Теория Захариасена для сложных стекол.
4. Теория микронеоднородного строения и ее экспериментальные подтверждения.
5. История развития метода рентгеновской дифракции и его роль в развитии структурных теорий.
6. Критика теории Лебедева, этапы ее развития.
7. Критерии стеклообразования.
8. Основы кинетической теории.
9. Строение твердых тел, ближний и дальний порядок в конденсированных системах.
10. Фосфатные стекла.
11. Силикатные стекла.
12. Боратные стекла.
13. Фторофосфатные стекла. Методы исследования структуры стекол.
14. Колебательная спектроскопия.
15. Рентгеновская дифракция. Примеры использования двухфазных стекол.
16. Стекла марки Викор.
17. Пористые стекла. Методы определения Вязкости для разных температурных диапазонов.
18. Эндо- и экзотермические процессы, происходящие при нагреве стекол.
19. Изучение термических эффектов методами ДСК и ДТА.
20. Показатель преломления и дисперсия. Кроны и флинты. Рефрактометрия.
21. Спектральные свойства стекол. Диапазон пропускания. Влияние ОН-групп.
22. Механизмы разрушения стекла в зависимости от pH среды.
23. Ионный обмен- модификация поверхности для формирования активной среды методом низкотемпературного ионного обмена.

#### **Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у обучающегося по компетенции ПК-6**

1. Два возможных пути при охлаждении расплава
2. Температура стеклования
3. Понятие стеклообразователя, модификатора, сеткообразователя
4. Классификация стекол по аниону
5. Критерии по химической связи
6. Спинодальный распад
7. Нуклеация и рост
8. Кристаллизация стекол
9. Объемная и поверхностная кристаллизация
10. Влияние температуры на механизм ликвации
11. Примеры ликвирующих стекол
12. Методы изучения фазового распада
13. Технологическая шкала вязкости
14. Характеристические температуры
15. Методы определения вязкости
16. Модели для расчета вязкости
17. Влияние химического состава на ход вязкости
18. Влияние химического состава на КЛТР
19. Значения КЛТР для плавленого кварца
20. Как изменяется КЛТР при увеличении концентрации щелочных оксидов

21. Рассмотреть основные термические процессы при нагреве стекла
22. Особенности взаимодействия стекла с кислотами
23. Взаимодействие стекла с водными средами
24. Методы определения химической устойчивости
25. Взаимодействие стекла с плавиковой кислотой
26. Механизмы электропереноса в стеклах
27. Полищелочной эффект
28. Ионный обмен
29. Аморфный кремний: способы получения, свойства, перспективы использования для солнечной энергетики

#### **Практические задания:**

1. Сравнить между собой различные предложенные методики исследования одного из свойств материала.
2. Выбрать метод и условия синтеза в зависимости от требований к получаемому материалу.
3. Рассчитать коэффициент диффузии стеклообразующего расплава.
4. Выбрать стекло с наиболее подходящими для указанной области применения показателем преломления и коэффициентом поглощения.
5. Сравнить различные виды стекол по их спектрам поглощения и отражения.
6. По виду спектральных линий оценить, какие ионы присутствуют в стекле в виде примесей
7. Оценить и сравнить структуру стекол по приведённым дифрактограммам.

#### **4 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

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