

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 19.12.2024 15:35:26  
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  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**СТЕКЛО**

Направление подготовки

**16.03.01 Техническая физика**

Направленность программы бакалавриата

**Цифровая физика материалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

**Факультет механический**

**Кафедра теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2024

ФТД.02

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины .....	5
4. Содержание дисциплины .....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	6
4.3. Самостоятельная работа обучающихся .....	7
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	8
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	9
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения факультатива.....	9
9. Методические указания для обучающихся по освоению факультатива .....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	10
10.1. Информационные технологии .....	10
10.2. Программное обеспечение .....	10
10.3. Базы данных и информационно-справочные системы .....	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	11
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-1</b> Способен использовать на практике знания о влиянии состава, структуры, размеров на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	<b>ПК-1.8</b> Знает особенности строения, свойства и области применения керамических и композиционных материалов	<b>Знать:</b> - классификацию неорганических стекол по химическому составу и их отличительные свойства. (Зн -1) - взаимосвязь строения стекла с его оптическими и теплофизическими свойствами (Зн -2) <b>Уметь:</b> - использовать знания о свойствах и строения стекла для решения конкретных профессиональных задач. (У-1). <b>Владеть:</b> - навыком выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности, долговечности и других свойств (Н-1)

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам (ФТД.02) и изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Изучение данной дисциплины базируется на знании студентами дисциплин: «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Материаловедение».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Стекло» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Основы физики твердого тела», «Взаимодействие излучения с веществом», «Основы наноматериалов и нанотехнологий», а также в научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>1 / 36</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>16</b>
занятия лекционного типа	<b>16</b>
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>20</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Реферат
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет</b>

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины 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	4	ПК-1
2.	Химическая природа стеклообразного состояния.	2	4	ПК-1
3.	Структурные и кинетическая теории стеклообразного состояния.	4	4	ПК-1
4.	Метастабильная ликвация. Кристаллизация. Двухфазные стекла.	2	4	ПК-1
5.	Свойства стекол: теплофизические, оптические, электрические, вязкость.	6	4	ПК-1
	<b>ИТОГО</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	

### 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела факультатива	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b>Физическая природа стеклообразного состояния.</b> Определения стекла. Стеклообразное состояние как особое состояние твердого тела. Зависимость изменения объема вещества от температуры. Понятие переохлажденной метастабильной жидкости. Понятие температуры стеклования.	2	Дискуссия
2	<b>Химическая природа стеклообразного состояния</b> Общие понятия о стеклообразном состоянии. Классификация неорганических стекол по химическому составу и их отличительные свойства. Понятие структуры стекла. Строение различных видов стекол. Влияние соотношения модификатор/стеклообразователь. Методы изучения структурных особенностей стекла.	2	Дискуссия

№ раздела факультатива	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<b>Структурные и кинетическая теории стеклообразного состояния</b> Кристаллитная теория Лебедева-Порай-Коцица и теория непрерывной сетки Захариасена. Теория микронеоднородного строения стекла. Критерии стеклообразования. Кинетическая теория.	4	Интерактивная лекция
4	<b>Метастабильная ликвация. Кристаллизация. Двухфазные стекла.</b> Механизмы процесса метастабильной ликвации. Примеры стеклообразных систем и методы изучения процесса ликвации.	2	Интерактивная лекция
5	<b>Свойства стекол: теплофизические, оптические, электрические, вязкость.</b> Технологическая шкала вязкости. Реологические модели для расчета кривой вязкости. Коэффициент термического расширения. Термостойкость. Оптические свойства стекол: поглощение, отражение, преломление, рассеяние, люминесценция. Химическая стойкость/ Электропроводность. Механизмы. Влияние температуры. Полищелочной эффект. Диэлектрическая проницаемость в зависимости от состава стекла. Диффузия и взаимодиффузия. Диффузия газов. Ионный обмен.	6	Интерактивная лекция

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела факультатива	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<b>Физическая природа стеклообразного состояния.</b> Строение твердых тел, ближний и дальний порядок в конденсированных системах.	4	Реферат
2	<b>Химическая природа стеклообразного состояния</b> Фосфатные стекла. Силикатные стекла. Боратные стекла. Фторофосфатные стекла.	4	Реферат

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

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется 2 вопросами из перечня вопросов, время подготовки студента к ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

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 дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

### 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

#### 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. Рошин В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 2.: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника». / В.М. Рошин. – 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 учебные издания:

1. Стекла. Структура, свойства, технология: учебно-методическое пособие. / Тюрина С.А., Юдин Г.А., - Москва: МИРЭА – Российский технологический университет, 2021 – 74 с. // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://reader.lanbook.com/book/182586> (дата обращения: 11.11.2024). — Режим доступа: по подписке.

### 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 ИОП (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 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).

### 10.3. Базы данных и информационно-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-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

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

Основное оборудование: столы – 15 шт.; стулья - 29 шт.;

маркерная доска, демонстрационный экран, проектор, компьютер.

**Помещение для самостоятельной работы.**

Основное оборудование: столы – 54 шт.; стулья - 54 шт.;

маркерная доска, проектор, демонстрационный экран;

компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» – 24 шт.

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

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

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

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-1</b>	Способен использовать на практике знания о влиянии состава, структуры, размеров на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-1.8</b> Знает особенности строения, свойства и области применения керамических и композиционных материалов	<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.	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.	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 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,	Правильные ответы на № 4-5, 25-28, к зачету.	Способен выбрать материалы из ограниченного перечня для заданных условий эксплуатации	Может назвать основные материалы, применимые для заданных условий эксплуатации с учетом	Способен самостоятельно провести анализ и выбор материалов, в том числе нетривиальных, для заданных условий

	надежности, долговечности и других свойств. (Н-1)		исходя из общих требований.	требований технологичности, экономичности, надежности, долговечности и других свойств.	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**  
**а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

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 плавленного 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.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

**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.

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

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