

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШНПТ

Яковлев А.Н.

« 16 » 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

**Физика и химия твердого тела**

|                                                         |                                          |         |   |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки/<br>специальность                | <b>18.03.01 Химическая технология</b>    |         |   |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Химический инжиниринг                    |         |   |
| Специализация                                           | Машины и аппараты химических производств |         |   |
| Уровень образования                                     | высшее образование – бакалавриат         |         |   |
| Курс                                                    | 5                                        | семестр | 9 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 3                                        |         |   |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                         |         |   |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции                                   | 10      |   |
|                                                         | Практические занятия                     | 8       |   |
|                                                         | Лабораторные занятия                     |         |   |
|                                                         | ВСЕГО                                    | 18      |   |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                          | 90      |   |
| ИТОГО, ч                                                |                                          | 108     |   |

Вид промежуточной  
аттестации

экзамен

Обеспечивающее  
подразделение

**НОЦ**  
**Н.М. Кижнера**

Заведующий кафедрой -  
руководитель научно-  
образовательного центра на  
правах кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

|                                                                                     |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|  | Краснокутская Е.А. |
|  | Горлушко Д.А.      |
|  | Хабас Т.А.         |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                           | Составляющие результатов обучения |                                                                                                                                                             |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                    | Код                               | Наименование                                                                                                                                                |
| ПК(У)-1         | Способен и готов осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции      | ПК(У)-1.В1                        | Владеет навыками расчета материальных и тепловых балансов химико-технологических систем; проектирования основной аппаратуры данного производства            |
|                 |                                                                                                                                                                                                                    | ПК(У)-1.У1                        | Умеет выполнять расчеты при проектировании основной аппаратуры химического производства                                                                     |
|                 |                                                                                                                                                                                                                    | ПК(У)-1.31                        | Знает материальные, тепловые и технологические расчёты при проектировании основных блоков технологической схемы; системы автоматизированного проектирования |
| ОПК(У)-3        | Готов использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире | ОПК(У)-3.В3                       | Владеет навыками прогнозирования физико-химических свойств органического вещества в зависимости от его молекулярной структуры                               |
|                 |                                                                                                                                                                                                                    | ОПК(У)-3.У3                       | Умеет проводить синтез, выделение и очистку органического вещества по заданной методике                                                                     |
|                 |                                                                                                                                                                                                                    | ОПК(У)-3.33                       | Знает теорию строения органических веществ, физико-химические свойства основных классов органических веществ                                                |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                                                                                             | Компетенция          |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                |                      |
| РД - 1                                        | Может применять теоретические знания в области физики и химии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов для изучения их свойств и создания высокоэффективных материалов и изделий на их основе                                                    | ПК(У)-1;<br>ОПК(У)-3 |
| РД - 2                                        | Умеет самостоятельно выполнять расчеты основных кристаллохимических характеристик тугоплавких силикатных и оксидных материалов, выполнять обработку и анализ данных экспериментальных исследований и выбирать рациональную схему анализа свойств материалов | ПК(У)-1;<br>ОПК(У)-3 |
| РД - 3                                        | Применять экспериментальные методы определения физико-химических свойств тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.                                                                                                                               | ПК(У)-1;<br>ОПК(У)-3 |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                                               | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Раздел (модуль) 1. Строение твердых тел                                          | РД-1                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                  |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                  |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| Раздел (модуль) 2. Рентгеновские методы исследования кристаллических материалов. | РД-1                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                  | РД-2                                         | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                  | РД-3                                         | Самостоятельная работа    | 20                |
| Раздел (модуль) 3. Структура реальных кристаллов. Дефекты в твердом теле.        | РД-2                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                  | РД-3                                         | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                  |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |
| Раздел (модуль) 4. Электрофизические свойства твердых тел.                       | РД-1                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                  |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                  |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |
| Раздел (модуль) 5. Тепловые свойства твердых тел                                 | РД-1                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                  | РД-2                                         | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                  | РД-3                                         | Самостоятельная работа    | 20                |

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1. *Строение твердых тел.*** Структура идеальных кристаллов. Элементарная ячейка. Типы кристаллических решеток. Кристаллографические символы. Правило Магнуса, принципы формирования шаровых упаковок. Структура оксидов.

##### Темы лекций:

1. Общие сведения о строении твердых тел. Кристаллографические символы.
2. Структура оксидов. Правила формирования структуры ионных кристаллов.

##### Темы практических занятий:

1. Сингонии и типы кристаллических решеток. Определение индексов Миллера.
2. Графическое изображение элементов структуры (узлы, узловые прямые, плоскости). Расчет кристаллографических символов (контрольная работа).

**Раздел 2. *Рентгеновские методы исследования кристаллических материалов***  
Рентгеновское излучение. Уравнение Вульфа-Брэгга и его анализ. Принципы качественного и количественного анализа технических и природных неорганических твердых материалов. Элементы рентгеноструктурного анализа. Определение типа кристаллической решетки, параметра элементарной ячейки кристалла.

##### Темы лекций:

3. Рентгеновское излучение. Свойства рентгеновских лучей.
4. Рентгенографические методы исследования.

##### Темы практических занятий:

1. Определение типа кристаллической решетки вещества кубической сингонии по

данным рентгенофазового анализа

2. Расчет параметров элементарной ячейки кристаллов.

### **Раздел 3. Структура реальных кристаллов. Дефекты в твердом теле**

Структурные дефекты твердого тела. Точечные, линейные, объемные дефекты. Влияние дефектов на физические свойства твердых тел. Анализ несовершенств структуры кристаллов с помощью методов рентгеноструктурного анализа.

#### **Темы лекций:**

5. Дефекты в твердом теле. Общие понятия, дефекты точечные и линейные.

6. Объемные дефекты. Твердые растворы.

7. Исследование структуры реальных кристаллов.

#### **Темы практических занятий:**

1. Расчет некоторых структурно зависимых свойств кристаллического вещества (рентгеновской плотности вещества, числа формульных единиц  $Z_0$ ). Определение типа твердого раствора.

### **Раздел 4. Электрофизические свойства твердых тел.** Объемное и поверхностное сопротивление, поляризация, диэлектрическая проницаемость, тангенс диэлектрических потерь.

#### **Темы лекций:**

8. Электрофизические свойства твердых диэлектриков.

9. Высокотемпературная сверхпроводимость.

#### **Темы практических занятий:**

1. Электрофизические свойства керамических материалов.

### **Раздел 5. Тепловые свойства твердых тел.** Динамическая модель строения твердого тела. Теория упругих волн Дебая. Тепловые характеристики материалов (теплоемкость, теплопроводность, тепловое расширение) и их связь с составом и структурой. Диффузия в твердом теле.

#### **Темы лекций:**

10. Тепловые свойства твердых тел. Теория упругих волн Дебая

11. Тепловые характеристики материалов. Диффузия в твердом теле.

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Хабас, Тамара Андреевна. Физика и химия твердых неметаллических и силикатных материалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / Т. А. Хабас, В. И. Верещагин; - Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m115.pdf>
2. Павлов, Павел Васильевич. Физика твердого тела : учебник / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов. — 4-е изд. — Москва: ЛЕНАНД, 2015. — 494 с.
3. Матухин, Вадим Леонидович. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. — СПб.: Лань, 2010. — 224 с
4. Епифанов, Г. И.. Физика твердого тела [Электронный ресурс] / Епифанов Г. И.. — 4-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 288 с.. — Книга из коллекции Лань - Физика.. — ISBN 978-5-8114-1001-9  
- Схема доступа: [https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2023](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023)

#### **Дополнительная литература**

1. Епифанов, Г. И.. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 288 с.
2. Василевский А.С. Физика твердого тела: учебное пособие.- Москва: Дрофа, 2010.- 208 с.
3. Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения: учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко.- Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.- 760 с.

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Ссылки на персональный сайт преподавателя:

<https://portal.tpu.ru/SHARED/t/TAK/swork/Tab1>

<https://portal.tpu.ru/SHARED/t/TAK/swork/Tab1/Physic and chemistry of solid materials.pdf>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. AkePad;
5. Cisco Webex Meetings;
6. Design Science MathType 6.9 Lite;
7. Document Foundation LibreOffice;
8. Google Chrome;
9. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
10. Mozilla Firefox ESR;
11. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
12. WinDjView;
13. Zoom

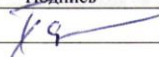
## **7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                                    | Наименование оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 43, учебный корпус № 2, аудитория 118 | Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Стол лабораторный - 4 шт.; Камера пропарочная универсальная КУП-1 - 1 шт.; Прибор ИТП-МГ 4"100" - 1 шт.; Машина разрывная учебная МИ-20УМ (без компьютера) - 1 шт.; Вискозиметр Сутторда ВС - 1 шт.; Ампервольтметр Ф-30 - 1 шт.; Осциллограф TDS - 1 шт.; Прибор " Вика " - 1 шт.; Насос RV-5 - 1 шт.; Весы лабораторные ВЛГЭ-2200г с гирей калибровочной 1кг F2 - 1 шт.; Микроскоп - 1 шт.; Печь электрическая - 1 шт.; |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология / «Химический инжиниринг» Машины и аппараты химических производств (приема 2018 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность                  | Подпись                                                                           | ФИО        |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Профессор НОЦ Н.М. Кижнера |  | Хабас Т.А. |
|                            |                                                                                   |            |

Программа одобрена на заседании выпускающего НОЦ Н.М. Кижнера (протокол № 8/1 от 18.06.2018 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель  
научно-образовательного центра на правах кафедры,  
д.х.н, профессор

 Е.А. Краснокутская  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| <b>Учебный<br/>год</b>   | <b>Содержание /изменение</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>Обсуждено на<br/>заседании НОЦ<br/>Н.М. Кижнера<br/>(протокол)</b> |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 2018/2019<br>учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | № 4 от 26.06.2019                                                     |
| 2019/2020<br>учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | № 5/1 от 01.09.2020                                                   |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                       |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                       |