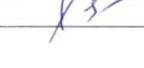


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИШНПТ  
А.Н. Яковлев  
«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Специальные главы физической химии неорганических систем |                                                                         |         |     |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------|-----|
| Направление подготовки/<br>специальность                 | 18.04.01 Химическая технология                                          |         |     |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль))  | Технологии переработки минерального<br>и техногенного сырья             |         |     |
| Специализация                                            | Процессы и аппараты по переработке<br>минерального и техногенного сырья |         |     |
| Уровень образования                                      | высшее образование - магистратура                                       |         |     |
| Курс                                                     | 2                                                                       | семестр | 3   |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)           | 3                                                                       |         |     |
| Виды учебной деятельности                                | Временной ресурс                                                        |         |     |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                     | Лекции                                                                  |         | 16  |
|                                                          | Практические занятия                                                    |         | 16  |
|                                                          | Лабораторные занятия                                                    |         | 16  |
|                                                          | ВСЕГО                                                                   |         | 48  |
| Самостоятельная работа, ч                                |                                                                         |         | 60  |
| ИТОГО, ч                                                 |                                                                         |         | 108 |

| Вид промежуточной<br>аттестации                                                                                                                          | зачет | Обеспечивающее<br>подразделение                                                      | НОЦ<br>Н.М. Кижнера |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель научно-<br>образовательного центра<br>на правах кафедры<br>(НОЦ Н.М. Кижнера)<br>Руководитель ООП<br>Преподаватели |       |   | Е.А. Краснокутская  |
|                                                                                                                                                          |       |  | О.В. Казьмина       |
|                                                                                                                                                          |       |  | В.И. Верещагин      |
|                                                                                                                                                          |       |  | Т.А. Хабас          |

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 освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                             | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ПК(У)-1         | Способность организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей | ПК(У)-1.B2                                                  | Способен выполнять расчеты по диаграммам состояния двух- и трехкомпонентных систем; прогнозировать соотношение фаз и структуры материалов; моделировать оксидную керамику и огнеупоры; исследовать свойства кристаллических и аморфных материалов                                                                                    |
|                 |                                                                                                                                                                                                                             | ПК(У)-1.Y2                                                  | Способен использовать физико-химические свойства Me-O, Me-N, Me-C и других многокомпонентных систем для создания новых тугоплавких материалов; оценивать размерные эффекты и особенности процессов с участием наночастиц; моделировать фазовый состав и структуру силикатных и оксидных материалов; прогнозировать их характеристики |
|                 |                                                                                                                                                                                                                             | ПК(У)-1.32                                                  | Знает термодинамику синтеза силикатных и оксидных материалов; тенденции развития исследований в области синтеза силикатных материалов; синтез высокоэффективных материалов; физико-химические процессы при температурных и других воздействиях на оксидные материалы; кинетический анализ реакций                                    |

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

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы (элективная дисциплина).

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Компетенция |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |
| РД-1                                          | Применять знания общих законов, уравнений и методов физической химии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов при изучении и разработке технологий высокоэффективных современных неорганических материалов.                                                                                                                                         | ПК(У)-1.B2  |
| РД-2                                          | Самостоятельно выполнять расчеты термодинамических характеристик процессов синтеза сложных неорганических соединений; расчеты для априорного решения вопроса об изменении фазового состава при термообработке неорганических оксидных и силикатных смесей, включающих тугоплавкие и легкоплавкие соединения, в том числе с учетом специфики дисперсных систем. | ПК(У)-1.Y2  |
| РД-3                                          | Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях для моделирования силикатных и оксидных материалов.                                                                                                                                                                                                        | ПК(У)-1.32  |
| РД-4                                          | Применять экспериментальные методы определения дисперсности и других физико-химических свойств наноразмерных неметаллических и силикатных материалов.                                                                                                                                                                                                          | ПК(У)-1.32  |

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. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел 1.<br/>Введение. Физико-химические основы силикатных технологий.</b>                                                  | РД-1                                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Самостоятельная работа    | 15                |
| <b>Раздел 2.<br/>Специфика дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем</b>                           | РД-2                                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Самостоятельная работа    | 15                |
| <b>Раздел 3.<br/>Физико-химические основы моделирования силикатных и оксидных материалов.</b>                                   | РД-3                                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Самостоятельная работа    | 15                |
| <b>Раздел 4.<br/>Физико-химические аспекты получения тугоплавких материалов с комплексом заданных свойств и их прекурсоров.</b> | РД-4                                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                 |                                              | Самостоятельная работа    | 15                |

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Введение. Физико-химические основы силикатных технологий**

Содержание и задачи курса. Его связь с силикатными технологиями, история и перспективы развития. Перспективы создания тугоплавких неметаллических и композиционных материалов с комплексом улучшенных свойств. Достижения российских и зарубежных ученых в области теории и практики получения порошковых, керамических и композиционных материалов. Комментарии по рекомендуемой литературе.

##### **Темы лекций:\***

1. Трехкомпонентные системы оксидов. Основные понятия.
2. Изучение возможных процессов и соединений в системе  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ .

##### **Темы практических занятий:\***

1. Дисперсная система, свойства и классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз. Мицеллы и их строение. Правило Панета-Фаянса.

##### **Названия лабораторной работы:**

1. Исследование процесса получения керамических материалов из шихт, содержащих наноразмерные компоненты (занятие 1)

##### **Раздел 2. Специфика дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем**

Диффузия в коллоидных системах. Кинетические особенности химических процессов на поверхности наночастиц. Броуновское движение и его молекулярно-кинетическая

природа. Осмотические свойства дисперсных систем и мембранное равновесие. Седиментационная устойчивость. Седиментация и методы седиментационного анализа. Пористые тела, капилляры, явления переноса и мембранное разделение смесей. Факторы и условия агрегативной устойчивости дисперсных систем. Условия термодинамической устойчивости дисперсных систем. Кинетика коагуляции. Теория и практика коагуляции электролитами. Значение адсорбционных явлений при коагуляции. Коагуляция электролитами золь с неводной средой. Коллоидно-химические явления при твердении вяжущих веществ. Кинетика поликонденсации кремневых кислот в водных растворах. Ксерогели, методы получения, свойства.

**Темы лекций:\***

3. Система  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$
4. Понятие о неравновесной термодинамике на примере системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ .

**Темы практических занятий:\***

2. Явление Тиндалля. Броуновское движение. Устойчивость коллоидных систем. Явления коагуляции и коалесценции.
- 3-4. Наноразмерные металлы и оксиды, и их применение в технологии неорганических материалов.

**Названия лабораторной работы:**

2. Исследование процесса получения керамических материалов из шихт, содержащих наноразмерные компоненты (занятие 2)

**Раздел 3. Физико-химические основы моделирования силикатных и оксидных материалов.**

Принципы создания композиционных материалов. Методы получения композиционных, в том числе металлокерамических, материалов. Керметы. Дисперсно-упрочнённые материалы. Стеклокристаллические покрытия медицинского назначения. Межфазное взаимодействие в композиционных материалах. Термодинамическая и кинетическая совместимость компонентов. Применение композиционных и керамических материалов в технике и медицине.

**Темы лекций:\***

5. Система  $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ; диаграмма состояния, характеристика фаз системы; применение.
6. Исследование физико-химических высокотемпературных процессов в материалах системы  $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ .

**Темы практических занятий:\***

- 5-6. Термодинамические свойства дисперсных систем.

**Названия лабораторной работы:**

3. Изучение свойств наноразмерных порошков и наноструктурированных объектов.

**Раздел 4. Физико-химические аспекты получения тугоплавких материалов с комплексом заданных свойств и их прекурсоров.**

Системы  $\text{Me}-\text{O}$ ,  $\text{Me}-\text{N}$ ,  $\text{Me}-\text{C}$  и многокомпонентные системы, включающие эти соединения. Диаграммы состояния, методы получения тугоплавких соединений, перспективы применения в технике. Физико-химические аспекты получения керамических

прекурсоров различными методами (золь-гель процессы, горение, СВС и др.). Вклад сибирских ученых и сотрудников кафедры технологии силикатов и наноматериалов ТПУ в развитие науки в области физической химии силикатов и тугоплавких соединений и разработку прогрессивных технологий создания новых видов материалов.

**Темы лекций:\***

7. Особенности физико-химических процессов в системе  $\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$
8. Перспективы создания тугоплавких материалов моделированием составов в системе  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ .

**Темы практических занятий:\***

7. Методы формования волокон в золь-гель технологии керамических материалов. Золь-гель технология получения алюмооксидного волокна.
8. Кремнеземистые и кварцевые волокна. Методы получения, свойства, применение. Получение силикагелей. Общие особенности процессов формирования гелевых структур кремнезема.

**Названия лабораторной работы:**

4. Наноструктурированные стеклокристаллические материалы.

## **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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- 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; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 4.3 МВ). — 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. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов. — Москва: Альянс, 2014. — 464 с.

3. Афанасов И. М., Лазорак Б. И. Высокотемпературные керамические волокна. – М.: Изд. МГУ, 2010. – 51 с. (дата обращения: 13.02.2020) — Схема доступа: [http://nano.msu.ru/files/master/I/materials/ht\\_ceramic\\_fibers.pdf](http://nano.msu.ru/files/master/I/materials/ht_ceramic_fibers.pdf)

#### **Дополнительная литература**

1. Основы физической химии. В 2 ч : учебник / В. В. Еремин, С. И. Каргов, И. А. Успенская [и др.]. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Лаборатория знаний, 2019. — 625 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116100> (дата обращения: 12.02.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.
2. Практикум по основам технологии тугоплавких неметаллических и силикатным материалов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Т. В. Вакалова, Т. А. Хабас, И. Б. Ревва; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд., перераб. и доп.. — 1 компьютерный файл (pdf; 3.7 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m114.pdf>
3. Керамические и стеклокерамические материалы для медицины : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Верещагин [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.11 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m45.pdf>
4. Левашов, Е. А. Перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [Электронный ресурс] / Левашов Е. А., Рогачев А. С., Курбаткина В. В. — Москва: МИСИС, 2011. — 379 с.. — Допущено учебно-методическим объединением. — Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки. — ISBN 978-5-87623-463-6. — URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=47446](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47446) (дата обращения: 11.03.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.
5. Жигачев А.О., Керамические материалы на основе диоксида циркония / Жигачев А.О., Головин Ю.И., Умрихин А.В., Коренков В.В., Тюрин А.И., Родаев В.В., Дьячек Т.А. — М.: Техносфера, 2018. — 358 с. — ISBN 978-5-94836-529-9 — Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. — URL : (дата обращения: 13.02.2020).<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365299.html>

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

1. Информационно-справочных система «Кодекс» - <http://kodeks.lib.tpu.ru/>
2. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

#### **Видеоресурс:**

1. Учебные фильмы

Химия. Наночастицы, (дата обращения: 13.02.2020)  
<https://www.youtube.com/watch?v=CMRP7Zluse8>

Дисперсные системы, (дата обращения: 13.02.2020)  
<https://www.youtube.com/watch?v=8w3NdyzFgH8>

Мицеллы, (дата обращения: 13.02.2020)  
<https://www.youtube.com/watch?v=5sLFqmtX8UQ>

Коллоиды, (дата обращения: 13.02.2020)  
<https://www.youtube.com/watch?v=TW479qVKqWs>  
<https://www.youtube.com/watch?v=2464nU136CU>  
[https://www.youtube.com/watch?v=M5ezhYQUh\\_I](https://www.youtube.com/watch?v=M5ezhYQUh_I)

2. Презентации лекций и материалов для практических занятий:  
<http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/t/TAK/swork/Tab3>

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

1. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic
2. Adobe Acrobat Reader DC
3. Cisco Webex Meetings
4. Zoom 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, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, учебный корпус № 2, аудитория 117 | Шкаф общелабораторный - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест;<br>Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, учебный корпус № 2, аудитория 118 | Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Стол лабораторный - 4 шт.;<br><br>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 ВЛТЭ-2200г с гирей калибровочной 1кг F2 - 1 шт.; Микроскоп - 1 шт.; Печь электрическая - 1 шт. |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 310                                | Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Стол лабораторный - 4 шт.;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.04.01 Химическая технология, профиль «Технологии переработки минерального и техногенного сырья», специализация «Процессы и аппараты по переработке минерального и техногенного сырья» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность                     | Подпись                                                                           | ФИО            |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| профессор<br>НОЦ Н.М. Кижнера |  | В.И. Верещагин |
| Профессор<br>НОЦ Н.М. Кижнера |  | Т.А. Хабас     |

Программа одобрена на заседании выпускающего научно-образовательного центра Н.М. Кижнера (протокол от «26» июня 2019 г. № 4).

Заведующий кафедрой - руководитель  
научно-образовательного центра на правах кафедры  
(НОЦ Н.М. Кижнера),  
д.х.н., профессор

 /Е.А. Краснокутская/

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение                                                                                                                                                                         | Обсуждено на заседании<br>НОЦ Н.М.Кижнера<br>(протокол) |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 2020/2021<br>учебный<br>год | Актуализировано учебно-методическое и<br>информационное обеспечение дисциплины<br>«Специальные главы физической химии неорганических<br>систем» с учетом развития науки, техники и технологий | от 25.06.2020 г.<br>№ 4                                 |
|                             |                                                                                                                                                                                               |                                                         |
|                             |                                                                                                                                                                                               |                                                         |
|                             |                                                                                                                                                                                               |                                                         |