

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.
«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов			
Направление подготовки/ специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химическая технология		
Специализация	Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	96	
Самостоятельная работа, ч		120	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Н.М. Кижнера
Зав. кафедрой – руководитель научно- образовательного центра на правах кафедры НОЦ Н.М. Кижнера			Краснокутская Е.А.
Руководитель специализации			Ревва И.Б.
Преподаватель			Хабас Т.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ДПК(У)-1	Способность планировать и проводить химические эксперименты, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, применять методы математического моделирования и анализа при исследовании химико-технологических процессов	Р5	ДПК(У)-1.В7	Владеет навыками расчета и сравнения кривых плавкости реальных смесей; методами проведения анализа сырьевых источников и определения качества конечных продуктов
			ДПК(У)-1.У7	Умеет проводить качественный и количественные расчеты по диаграммам состояния двух- и трехкомпонентных систем; прогнозировать вероятные ситуации соотношения фаз и структуры материалов, используя одно-, двух- и трехкомпонентные системы
			ДПК(У)-1.37	Знает фазовые равновесия систем силикатов, оксидов и бескислородных тугоплавких неорганических веществ при различных температурах до полного плавления; строение и свойства стекол и расплавов

2. Место дисциплины 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 о кристаллохимии и физикохимии конденсированного состояния силикатов, тугоплавких оксидов, включая знания о строении и свойствах стекол и расплавов, о структуре и свойствах веществ в различных агрегатных состояниях, для описания процессов в системах указанных веществ при различных температурах до полного плавления.	ДПК(У)-1
РД - 2	Умеет самостоятельно проводить анализ фазовых равновесий по диаграммам состояния одно-, двух- и трехкомпонентных систем для конкретных составов и температур; качественный и количественные расчеты по диаграммам состояния; прогнозировать вероятные ситуации соотношения фаз и структуры материалов, выполнять расчеты термодинамических параметров реакций синтеза силикатов.	ДПК(У)-1
РД - 3	Применять экспериментальные методы определения физико-химических свойств тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, прогнозирование процессов синтеза, спекания и плавления реальных смесей природных и технических силикатов и оксидов на основе	ДПК(У)-1

	обработки рентгеновских дифрактограмм, термогравиметрических (ТГ) и дифференциально-термических (ДТА) кривых.	
--	---	--

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 1. Химия кремния.	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Учение о фазовых равновесиях.	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	40
Раздел 3. Классификация и систематика силикатов.	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Силикаты и оксиды в жидком состоянии.	РД-1 РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	10
Раздел 5. Стекловидное состояние силикатов и оксидов	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	10
Раздел 6. Трехкомпонентные системы силикатов.	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	10
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	40

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Химия кремния. Строение атома кремния, свойства, области применения, реакции и способы получения. Взаимодействие кремния с другими элементами с образованием различных типов соединений: карбиды, соединения с водородом, нитриды, силициды, кремнефтористоводородная кислота и ее соли, оксиды и методы их получения. Силоксановая связь. Получение и свойства оксидных соединений кремния. Тетраэдр $[\text{SiO}_4]^{4-}$, строение, sp^3-гибридизация связей, способность к полимеризации
--

Темы лекций:

1. Кремний, свойства элемента, получение и применение в технике.
2. Бинарные бескислородные соединения кремния.

Темы практических занятий:

1. Кислородные соединения кремния, свойства, синтез применение в технике.
2. Однокомпонентные системы. Правило фаз Гиббса для однокомпонентных систем. Полиморфизм кремнезема SiO_2 , диаграмма состояния.

Раздел 2. Учение о фазовых равновесиях. Учение о фазовых равновесиях и фазовые диаграммы состояниях силикатных и оксидных систем. Важнейшие одно- и двухкомпонентные системы силикатных веществ и оксидов. Гетерогенные и гомогенные силикатные системы. Уравнение фазового равновесия. Применение правила фаз в силикатных системах. Энантиотропные и монокотропные превращения. Условия равновесия модификаций кремнезема в однокомпонентной системе SiO_2 , кристаллические модификации SiO_2 и их природные разновидности. Минерализаторы и их роль при кристаллизации кремнезема.

Темы лекций:

3. Фазовые равновесия. Полиморфные превращения в однокомпонентной системе SiO_2 при нормальном и повышенном давлении.
4. Типовые двухкомпонентные системы с двойным устойчивым и неустойчивым соединением. Расчет изменения состава жидкой и твердой фаз при охлаждении или нагревании смеси заданного состава. Построение кривой плавкости.
5. Диаграммы с ликвациями, полиморфным превращением и твердыми растворами.

Темы практических занятий:

3. Важнейшие двухкомпонентные системы силикатных веществ; принцип построения диаграмм, правило фаз Гиббса для двухкомпонентных систем, правило коноды, понятие эвтектики, правило рычага.
4. Силикаты щелочных металлов: системы $\text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$,
5. Изучение свойств соединений и решение задач в системе $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$.
6. Изучение свойств соединений и решение задач в системе $\text{Li}_2\text{O} - \text{SiO}_2$.
7. Двухкомпонентная система $\text{MgO} - \text{SiO}_2$.
8. Двухкомпонентная система $\text{CaO} - \text{SiO}_2$.
9. Двухкомпонентная система $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.

Раздел (модуль) 3. Классификация и систематика силикатов. Строение силикатов, оксидов и других тугоплавких соединений в конденсированном состоянии. Типы кристаллических решеток. Правила формирования структур ионных кристаллов. Строение оксидов, как плотная упаковка атомов кислорода. Виды химической связи и свойства неметаллических тугоплавких соединений. Важнейшие структурные типы оксидных соединений. Принцип классификации и систематики силикатов. Обзор структур и способы записи формул силикатов: силикаты с изолированными тетраэдрами и изолированными группами тетраэдров (кольцевые силикаты); силикаты с цепочечной полимеризацией тетраэдров - пироксены; ленточные силикаты - амфиболы; слоистые силикаты; каркасные силикаты. Изоморфные замещения в силикатах.

Темы лекций:

6. Правила формирования структур ионных кристаллов. Строение оксидов, как плотная упаковка атомов кислорода. Виды химической связи и свойства неметаллических тугоплавких соединений. Особенности химической связи в SiO_2 .
7. Структурная классификация силикатов.

Название лабораторной работы:

Измерение температуры в технологии силикатов (занятие 1,2)

Раздел (модуль) 4. Силикаты и оксиды в жидком состоянии. Жидкость как система с упорядоченным строением молекул. Гипотезы строения жидкости, строение силикатных расплавов. Переход силикатов в жидкое состояние. Особенности и условия этого перехода. Поверхность натяжения, плотность, вязкость и электропроводность жидких силикатов. Свободная и поверхностная энергия силикатных расплавов. Смачиваемость. Явление несмешиваемости в жидких силикатных системах.

Темы лекций:

8. Свойства силикатных и оксидных расплавов, их зависимость от состава и температуры.
9. Современные гипотезы о структуре расплавов.

Название лабораторной работы:

Дифференциально термический анализ силикатов (занятие 3,4) .

Раздел (модуль) 5. Стекловидное состояние силикатов и оксидов. Виды стекол, общие свойства стеклообразного состояния вещества. Физические и химические аспекты, определяющие способность соединений образовывать стекло при охлаждении расплавов. Получение силикатов в стеклообразном состоянии. Влияние на кристаллизацию стекол состава, поверхностного натяжения, вязкости, температуры, примесей и других факторов. Модели стеклообразного состояния Лебедева, Уоррена-Захариасена и др.

Темы лекций:

10. Стекловидное состояние силикатов и оксидов, основные свойства.
11. Модели стеклообразного состояния.

Темы практических занятий:

10. Зависимость свойств силикатных стекол от состава и температуры.

Название лабораторной работы:

Термогравиметрический анализ силикатов (занятие 5, 6).

Раздел (модуль) 6. Трехкомпонентные системы силикатов. Трехкомпонентные системы силикатов и их физико-химическая характеристика. Пространственная диаграмма состояния трехкомпонентной системы с эвтектикой. Изотермические сечения пространственной диаграммы и их проекции. Треугольник концентрации. Изображение в нем составов. Типы трехкомпонентных диаграмм. Исследование путей кристаллизации. Определение конечной точки пути кристаллизации. Триангуляция. Характер пограничных кривых. Способы расчетов по диаграммам состояния трехкомпонентных систем. Важнейшие тройные силикатные системы.

Темы лекций:

12. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Общие понятия, принцип построения, свойства.
13. Типы простейших трехкомпонентных диаграмм. Исследование путей кристаллизации. Применение правила рычага. Построение диаграммы плавкости.
14. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем с двойным устойчивым соединением и построение путей кристаллизации в них.
15. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с двойным неустойчивым соединением и построение путей кристаллизации в них.
16. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с тройным устойчивым и неустойчивым соединением и построение путей кристаллизации в них.

Темы практических занятий:

11. Диаграммы трехкомпонентных систем с двойными соединениями. Решение задач. Понятие об элементарном фазовом треугольнике.
12. Трехкомпонентные системы с полиморфным превращением, ликвацией и образованием твердых растворов неограниченной растворимости.
13. Диаграмма состояния с неустойчивым двойным соединением, разлагающимся в твердом виде.
14. Диаграмма состояния $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$.
15. Диаграмма состояния $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$.
16. Диаграмма состояния $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$.

Название лабораторной работы:

Микрокалориметрический анализ теплоты смачивания неорганического соединения (7, 8 занятие).

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. Физическая химия строительных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.С. Семериков, Е.С. Герасимова. — 2-е изд., стер. — М.: ФЛИНТА: Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 204 с. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа:

<https://ezproxy.ha.tpu.ru:2561/reading.php?productid=354561>

2. Хабас Т.А. 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.- Доступ из корпоративной сети ТПУ.- Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m115.pdf>

3. Березовская, В.В. Диаграммы состояния тройных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Березовская, Е.А. Ишина, Н.Н. Озерец. - 4-е изд., стер. — М.: ФЛИНТА: Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 120 с. (дата обращения: 26.11.2020). — Схема доступа для авторизованных пользователей: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:3528/bookshelf/354567/reading>

Дополнительная литература

1. Бобкова Н.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учебник / Н. М. Бобкова.- Минск: Высшая школа, 2007.- 301 с.- ISBN 978-985-06-1389-9.- Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].- URL: <http://www.iprbookshop.ru/20160.html> (дата обращения: 26.03.2020).- Схема доступа <http://www.iprbookshop.ru/20160.html>

2. Физическая химия силикатов: учебник для вузов / А.А. Пашенко [и др.].- Москва: Высшая школа, 1986. 367 с.

3. Диаграммы состояния силикатных систем справочник: в 4 т.: / Академия наук СССР (АН СССР), Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова (ИХС).- [2-е изд., доп.]- Ленинград: Наука, 1969-1974

4. Нифталиев С.И. Термический анализ (теория и практика) / С.И. Нифталиев, И.В. Кузнецова, Л.В. Лыгина, И.А. Саранов.- Воронеж: Воронежский университет инженерных технологий, 2018 г., 56 с. (дата обращения: 26.11.2020) — Режим доступа: для авторизованных пользователей <http://ezproxy.ha.tpu.ru:3528/bookshelf/364602/reading>

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. AkelPad;
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

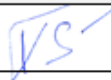
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 43, 025	Стол лабораторный - 2 шт.; печь электрическая - 1 шт.; Мельница шаровая - 1 шт.; Терморегулятор РПН-4м - 1 шт.; Регулятор температуры - 1 шт.; Генератор чистого азота - 1 шт.; Печь стекловаренная ИТМ 12.1400 - 1 шт.; Электроды ТК-27.1400.Ш.1Ф - 1 шт.; Компрессор РС 124 230/50 - 1 шт.; Мельница планетарная Pulversette 6 - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 43, 117	Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 43, 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 ВЛТЭ-2200г с гирей калибровочной 1кг F2 - 1 шт.; Микроскоп - 1 шт.; Печь электрическая - 1 шт.

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 43а, 123	Комплект учебной мебели на 2 посадочных мест; Стол лабораторный - 7 шт.; Полка - 6 шт.; Микротвердомер ПМТ-3М с МОВ-1-16х - 1 шт.; Спектрофотометр СФ-46 - 1 шт.; Весы лабораторные ВП-210 с гирей калибровочной 200 гЕ2 - 1 шт.; Микроскоп BIOLAR PI - 2 шт.; Весы лабораторные ВЛТЭ-5000г с гирей калибровочной 2 кг F2 - 4 шт.; Весы лабораторные ВЛТЭ-150г с гирей калибровочной 100 F1 - 1 шт.; Принтер - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Советская улица, д.73, стр.1, 128	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 3 шт.; Тумба стационарная - 2 шт.; Тумба подкатная - 3 шт.; Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Ультразвуковая ванна УЗГ-3-04 - 1 шт.; Дифрактометр "Дрон-3М" - 1 шт.; Электропечь СНОЛ - 1 шт.; Микротвердомер ПМТ-3 - 1 шт.;

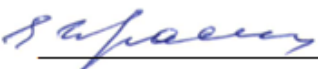
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология керамических и композиционных материалов» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

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

Программа одобрена на заседании кафедры ТСН (протокол от «26» июня 2017 г. №_9_).

Заведующий кафедрой - руководитель
НОЦ Н.М. Кижнера,
д.х.н., профессор

 /Краснокутская Е.А./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Центра (протокол)
2019/2020	Обновление раздела 6 Трехкомпонентные системы, актуализация списка литературы.	протокол от «26» июня 2019 г. № 4