

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Химия конденсированных систем

направление подготовки (специальность):

18.04.01. Химическая технология

(шифр и наименование направления)

Направленность программы (профиль, специализация):

Химическая технология стекла и керамики

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Институт: химико-технологический

Кафедра: Технологии стекла и керамики


Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.06.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №883
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составители: д.т.н., проф.  А. В. Череватова
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой Технология стекла и керамики

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Е.И. Евтушенко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 2 » 03 2016г., протокол № 8

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры: Технология стекла и керамики

« 2 » 03 2016г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Е.И. Евтушенко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 03 2016г., протокол № 7

Председатель к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Формируемые компетенции | | | Требования к результатам обучения |
|-------------------------|-----------------|---|--|
| № | Код компетенции | Компетенция | |
| Профессиональные (ПК) | | | |
| 1 | ПК-4 | <p>Готовностью к решению профессиональных производственных задач – контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки.</p> | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: теоретические и экспериментальные основы, основные понятия, законы и модели химии конденсированного состояния.</p> <p>Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области химии твердого тела; пользоваться теоретическими и экспериментальными основами, основными понятиями, законами и моделями химии конденсированного состояния. Адаптировать их к решению профессиональных производственных задач – контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, к выбору оборудования и технологической оснастки применительно к производству силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.</p> <p>Владеть: методами обработки и анализа информации и результатов исследований в области силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля) |
|---|---|
| 1 | Современные проблемы науки и практики в химической технологии |
| 2 | Новые материалы и технологии |

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля) |
|---|--|
| 1 | Активационные процессы |
| 2 | Химическая технология стеклокристаллических материалов |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 2 |
|--|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 180 | 180 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 68 | 68 |
| лекции | 17 | 17 |
| лабораторные | 17 | 17 |
| практические | 34 | 34 |
| Самостоятельная работа аспирантов, в том числе: | 112 | 112 |
| Курсовой проект | | |
| Курсовая работа | | |
| Расчетно-графическое задания | 18 | 18 |
| Индивидуальное домашнее задание | | |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i> | 58 | 58 |
| Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | экзамен | 36 |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 1 Семестр 2

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|--|--|---|----------------------|----------------------|------------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1. Химическая связь и зонная структура конденсированных систем | | | | | |
| | Зонная теория. Метод «сильной связи». Зонная структура одномерных систем. Типы неустойчивостей в квазиодномерных системах. Зонная структура двумерных и трехмерных кристаллов. Ионные кристаллы. | 3 | 6 | 4 | 8 |

| | | | | | |
|---|--|----|----|----|----|
| | Ионная связь. Молекулярные кристаллы, ван-дер-ваальсово взаимодействие. Структура кристаллических твердых тел. Шаровые упаковки. | | | | |
| 2. Элементы статистической физики конденсированных систем. | | | | | |
| | Основные понятия статистической термодинамики. Частицы и квазичастицы в твердых телах. Статистическое описание колебательных состояний кристалла. Статистический расчет коэффициентов диффузии в твердых телах. | 2 | 4 | - | 6 |
| 3. Дефектообразование и нестехиометрия в конденсированных системах. | | | | | |
| | Явления разупорядочения в кристаллах. Равновесие дефектов в бинарных кристаллах. Равновесие дефектов в тройных кристаллах. Определение природы доминирующих дефектов. Взаимодействие точечных дефектов. Линейные и планарные дефекты. | 2 | 4 | 4 | 9 |
| 4. Фазовые диаграммы в химии конденсированного состояния. | | | | | |
| | Условия равновесия фаз и уравнения границ фазовых полей. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Основные типы фазовых диаграмм. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Квази-n-компонентные системы. Применение фазовых диаграмм для прогнозирования микроструктуры материала. | 4 | 8 | 2 | 12 |
| 5. Твердофазные процессы. | | | | | |
| | Особенности превращений в конденсированных системах. Особенности термодинамики твердофазных превращений. Методы теоретического предсказания термодинамических свойств твердых растворов. Эмпирические и полуэмпирические методы оценки термодинамических характеристик твердофазных реакций. Закономерности зародышеобразования в конденсированных системах. Рост кристаллов. Гомогенные фазовые превращения. Спинодальный распад твердого раствора. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией. Теория Вагнера–Шмальцрида. Превращения без изменения состава. Мартенситные превращения. Кинетические модели твердофазных реакций с различными лимитирующими стадиями. Методы активации твердых тел. Стеклообразование и физико-химические процессы в стеклах. | 4 | 8 | 4 | 16 |
| 6. Методы синтеза конденсированных систем | | | | | |
| | Основные проблемы при синтезе конденсированных систем. Методы синтеза поликристаллических материалов. Методы получения монокристаллов и эпитаксиальных покрытий. | 2 | 4 | 3 | 7 |
| | ВСЕГО | 17 | 34 | 17 | 58 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Кол-во часов | Кол-во часов СРС |
|--------------|--|--|--------------|------------------|
| семестр №_2_ | | | | |
| 1 | Химическая связь и зонная структура конденсированных систем. | Изучение химической связи в конденсированных системах. Изучение особенностей электронного строения периодически расположенных атомов начиная с одномерных цепей с дальнейшим переходом к трехмерным системам. Изучение методов описания ионной и ван-дер-ваальсовой связи в твердых телах. | 6 | 6 |
| 2 | Элементы статистической физики конденсированных систем. | Изучение основных постулатов физики конденсированных систем, подтверждающих взаимосвязь микро- и макросвойств твердых тел. | 4 | 4 |
| 3 | Дефектообразование и нестехиометрия в конденсированных системах. | Анализ с химической точки зрения дефектов кристаллической структуры и нестехиометрии. Практическое применение квазихимического подхода к процессам с участием точечных дефектов, в том числе их ассоциаций. Изучение особенностей дефектов большой пространственной размерности. | 4 | 4 |
| 4 | Фазовые диаграммы в химии конденсированного состояния. | Изучение особенностей фазовых равновесий. Анализ фазовых диаграмм систем в конденсированном состоянии. | 8 | 8 |
| 5 | Твердофазные процессы. | Изучение особенностей химических и физико-химических превращений в твердых телах; специфика термодинамики и кинетики этих превращений. Рассмотрение особенностей динамики процессов образования и роста зародыщей новой фазы; специфика процессов, происходящих в стеклах. | 8 | 8 |
| 6 | Методы синтеза конденсированных систем. | Обучение правилам постановки кинетических экспериментов в твердофазных системах. | 4 | 4 |
| | | | 34 | 34 |
| | | | ВСЕГО: | 68 |

4.3. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема лабораторного занятия | Кол-во часов | Кол-во часов СРС |
|--------------|---|--|--------------|------------------|
| семестр № 2_ | | | | |
| 1 | Химическая связь и зонная структура конденсированных систем. Дефектообразование и нестехиометрия в конденсированных системах. | Изучение особенностей фазообразования при высокотемпературном синтезе наноструктурированных силикатных систем (на основе данных РФА и РЭМ). | 4 | 4 |
| 2 | Химическая связь и зонная структура конденсированных систем. Дефектообразование и нестехиометрия в конденсированных системах. | Изучение особенностей фазообразования при высокотемпературном синтезе многокомпонентных алюмосиликатных систем (на основе данных РФА и РЭМ). | 4 | 4 |
| 3 | Методы синтеза конденсированных систем. | Определение удельного сопротивления пленок и кристаллов 4-х зондовым методом. | 3 | 3 |
| 4 | Фазовые диаграммы в химии конденсированного состояния. Твердофазные процессы. | Определение прогнозной активности стеклофазы на основе данных РФА, удельной поверхности и химического состава. | 6 | 6 |
| | | | 17 | 17 |
| | | | ВСЕГО: | 34 |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|----------|--|--|
| 1 | Химическая связь и зонная структура конденсированных систем. | 1. Зонная структура одномерных систем 2. Трансляционная симметрия кристаллов. Условия Борна-Кармана. 3. Блоховские волновые функции одномерной решетки. 4. Энергетический спектр одномерной решетки. 5. Характеристики законов дисперсии. 6. Электронно-решеточное взаимодействие. Искажение Пауэрлса. 7. Учет межэлектронного взаимодействия. Переход Мотта. 8. Двумерные кристаллические системы. 9. Обратная решетка и k-пространство для трехмерных кристаллов. 10. Молекулярные кристаллы. Ван-дер-ваальсово взаимодействие. |
| 2 | Элементы статистической физики конденсированных систем. | 11. Статистика фононов и теплоемкость решетки. 12. Классическая модель для вычисления энергии решетки. Модель Эйнштейна. 13. Модель Дебая. Уточнения модели Дебая. Температура Дебая. 14. Теплопроводность. Решеточная теплопроводность и длина свободного пробега фононов. 15. Ангармонические эффекты. Нормальные процессы и процессы переброса. 16. Рассеяние фононов, обусловленное дефектами. Влияние процессов на теплопроводность. Электронная теплопроводность в металлах и полупроводниках. |
| 3 | Дефектообразование и нестехиометрия в конденсированных системах. | 17. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. 18. Дефекты Френкеля и Шоттки. 19. Плотность дефектов в состоянии теплового равновесия. 20. Стехиометрия. Дислокация. Плотность дислокаций. |
| 4 | Фазовые диаграммы в химии конденсированного состояния. | 21. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. 22. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. 23. Основные типы фазовых диаграмм. 24. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. 25. Квази-n-компонентные системы. |
| 5 | Твердофазные процессы. | 26. Методы теоретического предсказания термодинамических свойств твердых растворов. 27. Эмпирические и полуэмпирические методы оценки термодинамических характеристик твердофазных реакций. 28. Закономерности зародышеобразования в конденсированных системах. 29. Рост кристаллов. Гомогенные фазовые превращения. Спинодальный распад твердого раствора. |

| | | |
|---|---|--|
| | | <p>30. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией. Теория Вагнера–Шмальцрида.</p> <p>31. Превращения без изменения состава. Мартенситные превращения.</p> <p>32. Кинетические модели твердофазных реакций с различными лимитирующими стадиями.</p> <p>33. Методы активации твердых тел.</p> <p>34. Стеклообразование и физико-химические процессы в стеклах.</p> <p>35. Структоны (наноразмерные алюмосиликатные кластеры с различной степенью SiO_2-полимеризации) – структурообразующие элементы стеклофазы.</p> <p>36. Расчетная процедура определения прогнозной активности стеклофазы.</p> |
| 6 | Методы синтеза конденсированных систем. | <p>37. Методы синтеза поликристаллических материалов.</p> <p>38. Методы получения монокристаллов и эпитаксиальных покрытий.</p> |

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

1. Зонная теория твердого тела. Понятия энергетической зоны.
2. Решение для случая свободного, связанного и сильно связанного электрона. Граничные условия Борна-Кармана. Расщепление уровней в кристалле, образование зон.
3. Типы кристаллических структур. Основные структурные типы кристаллов. Индексы Миллера. Базовые плоскости.
4. Механизм дефектообразования. Равновесная концентрация дефектов по Шоттки и по Френкелю. Различные типы беспорядков.
5. Поверхность кристалла и её свойства. Поверхность как дефект. Структура поверхностных слоев.
6. Виды реконструкции ковалентных кристаллов. Элементарные кристаллы. Бинарные кристаллы.
7. Поверхностные состояния. Контакт кристалла с жидкостью и газом.
8. Понятия о поверхностных электронных состояниях. Модель Тамма. Адсорбция на активных центрах. Скачек потенциала на границе кристалл – газ, кристалл – жидкость.
9. Термодинамика дефектного кристалла. Равновесная концентрация дефектов. Собственное равновесие.
10. Взаимосвязь растворимости примесей и типа проводимости. Одно- и двухсторонние фазы переменного состава.

5.4. Перечень контрольных работ.

Не предусмотрено учебным планом.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. Химия твердого тела. Учебное пособие для ВУЗов. М., “Академия”, 2006, 304 с.
2. Е.К. Белоногов, Э.П. Домашевская, В.М. Иевлев, С.Б. Кущев, В.И. Путляев, А.В. Кнотько, А.В. Гаршев, А.А. Тихомиров, под ред. В.М. Иевлева, Методы исследования материалов. Часть 1 - Методы анализа электронной и атомной структуры, субструктуры и морфологии поверхности пленочных гетероструктур и наноструктур // Учебное пособие для ВУЗов, Воронеж, Воронежский государственный университет, 2005, 181 с.
3. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов / О.П. Мчедлов-Петросян // М.:Стройиздат. – 1988. – 304 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Третьяков Ю.Д. Введение в химию функциональных материалов: методическая разработка к курсу лекций «Функциональные материалы» /Ю.Д. Третьяков, Е.А. Гудилин // М.: МГУ. 2006. – 125 с.
2. Экспериментальная и техническая петрология: учебное издание / Е.Н. Граменицкий, А.Р.Котельников, А.М. Батанова, Т.К. Щекина, П.Ю. Плечов // М.: Научный мир. – 2000. – 416 с.
3. Айлер Р. Химия кремнезема. / Р. Айлер // М.:Мир. – 1982. – Ч.1-2. – 712 с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://window.edu.ru/>. - Образовательный портал.
2. <http://techlibrary.ru/>. - Техническая библиотека.
3. <https://elib.bstu.ru/> - Электронный читальный зал. 2. elibrary.ru - Научная электронная библиотека.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Кафедра технологии стекла и керамики и Центр высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова располагает лабораторной базой и аудиториями для проведения практических занятий, имеются компьютерные классы для проведения тест-опросов при проверке знаний студентов. Аудитории 126, 127 и 230ЛК для проведения практических занятий оснащены мультимедийными комплексами. Аудитории 004, 120, 124, 126, 128, 220, 222, 224, 230 ЛК и лаборатории центра высоких технологий оснащены оборудованием для проведения лабораторных занятий – установкой вакуум-плазменного нанесения покрытий UNICOAT 200, оптическим микроскопом НЕОФОТ, оптическим микроскопом ЛОМО, дилатометром, автоклавом вертикальным автоматическим MLS-2420U, сканирующим электронным микроскопом высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU, рентгенофлуоресцентным спектрометром серии ARL 9900 WorkStation с встроенной системой дифракции, спектрофотометром Konica Minolta CL-500A, спектрометром рентгеновским кристалл-дифракционным Спектроскан Макс GV, весовым, помольным оборудованием, гидравлическими прессами, лабораторными сушилками, обжигowymi печами, спектрофотометром, полярископом, титровальными установками, оборудованием для шлифовки, полировки и контроля качества изделий и др.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный
год.

Протокол № 1 заседания кафедры от «07» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой _____ Е.И. Евтушенко
подпись, ФИО

Директор института _____ В.И. Павленко
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный
год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «28» мая 2018 г.

/Заведующий кафедрой _____ Е.И. Евтушенко

подпись, ФИО

Директор института _____ В.И. Павленко

подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный
год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «24» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой _____ Евтушенко Е.И.
подпись, ФИО

Директор института _____ Павленко В.И.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный
год.


Протокол № 9 заседания кафедры от «13» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ Евтушенко Е.И.
подпись, ФИО

Директор института _____ Павленко В.И.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.
Протокол № 9 заседания кафедры от «17» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____ Дороганов В.А.

подпись, ФИО

Директор института _____ Ястребинский Р.Н.

подпись, ФИО

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины «Химия конденсированного состояния»

С целью повышения качества преподавания и использования эффективных дидактико-методических приемов, в настоящий момент, представляется весьма актуальным применение мультимедийных информационных технологий. В качестве одного из этих приемов следует отметить использование интерактивной электронной доски (Hitachi, Japan), позволяющей осуществить эффективный интерфейс между преподавателем и аудиторией. Особенно этот эффект проявляется при интерактивном построении моделей структур, их трансформациях и т.д. Кроме этого, при наличии выхода в Интернет, появляется возможность продемонстрировать аудитории и технологию получения необходимой физико-химической и кристаллоструктурной информации из открытых баз данных, с последующим ее оперативным использованием. Подобные технологии представляются более наглядными и менее времязатратными, чем работа со студентами в компьютерном классе.

Для активизации познавательной деятельности студентов, представляется целесообразным давать задания, для выполнения которых необходим Интернет-поиск литературных, справочных, программных и других ресурсов, с целью написания краткого обзора по состоянию конкретного вопроса или для решения прикладной задачи. Помимо всего, это должно привить у магистрантов навыки ориентироваться в нерусскоязычной среде даже без должного знания языка.

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Для интенсификации образовательной деятельности при преподавании дисциплины «Химия конденсированных систем» применяются следующие образовательные технологии:

1. Лекции – дискуссии;
2. Практические (семинарские) занятия – дискуссии, IT-методы, командная работа, разбор кейсов и проблемное обучение.