

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



СОГЛАСОВАНО

Директор института магистратуры

Космачева И.В.

"15" мая 2021 г



УТВЕРЖДАЮ

Директор ХТИ

Ястребинский Р.Н.

"15" мая 2021 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Процессы структурообразования в химическом материаловедении**

направление подготовки (специальность):

**18.04.01 Химическая технология**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Химическая стекла и керамики**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Институт химико-технологический


Кафедра Технологии стекла и керамики

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:


Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», утвержденного приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 07.08.2020 № 910

■ учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: д.т.н., профессор  (А.В. Череватова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

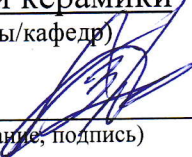
«27» апреля 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой ТСК: к.т.н., доцент  (В.А. Дороганов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Технологии стекла и керамики

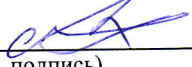
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.А. Дороганов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 27 » 04 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель  (Порожнюк Л.А.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские работы по освоению новых видов продукции, получать и анализировать образцы в лабораторных условиях, и проводить сравнительную оценку с современными отечественными и зарубежными достижениями.	ПК-1.3 Проводит научно-исследовательские работы, осуществлять анализ современных и зарубежных достижений в области структурообразования систем в химическом материаловедении	<b>Знать:</b> теоретические и экспериментальные основы, основные понятия, законы и модели структурообразования систем в химическом материаловедении <b>Уметь:</b> пользоваться теоретическими и экспериментальными основами, основными понятиями, законами и моделями структурообразования систем в химическом материаловедении. <b>Владеть:</b> методами обработки и анализа информации и результатов исследований в области структурообразования систем в химическом материаловедении
Технологический	ПК-2. Способен проводить анализ существующих и перспективных видов продукции, осваивать новые виды продукции, разрабатывать нормативную документацию на новые виды продукции.	ПК-2.5. Проводит анализ существующих и осваивать новые виды продукции, с учетом закономерностей процессов структурообразования в химическом материаловедении	<b>Знать:</b> современное состояние развития производства в области химического материаловедения и новые виды продукции. <b>Уметь:</b> понимать, излагать и критически анализировать информацию в области структурообразования систем в химическом материаловедении, <b>Владеть:</b> навыками контроля технологического процесса, методами разработки нормативов на расход материалов, принципами подбора оборудования и технологической оснастки.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция** ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские работы по освоению новых видов продукции, получать и анализировать образцы

в лабораторных условиях, и проводить сравнительную оценку с современными отечественными и зарубежными достижениями.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Технология научных исследований
2	Защита и коммерциализация объектов интеллектуальной собственности
3	Активационные процессы в конденсированных системах
4	Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
5	Производственная преддипломная практика

**2. Компетенция ПК-2** Способен проводить анализ существующих и перспективных видов продукции, осваивать новые виды продукции, разрабатывать нормативную документацию на новые виды продукции.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Новые материалы и технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
2	Технология научных исследований
3	Основы бережливого производства
4	Защита и коммерциализация объектов интеллектуальной собственности
5	Актуальные задачи химической технологии стекла
6	Актуальные задачи химической технологии керамики
7	Технология ситаллов и стеклокристаллических материалов
8	Технология керамических вяжущих и керамобетонов
9	Технология технической керамики
10	Технология специальных стекол
11	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен \_\_\_\_\_  
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	73	73
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5

Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	107	107
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
Экзамен	36	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 на подготовку к аудиторным занятиям
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. Ионная связь. Молекулярные кристаллы, ван-дер-вальсово взаимодействие. Структура кристаллических твердых тел. Шаровые упаковки.	6	4	8	24
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.	6	4		20
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.	6	2		16
4. Фазовые диаграммы в химии конденсированного состояния.					
	Условия равновесия фаз и уравнения границ фазовых полей. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.	6	2	6	20

	Основные типы фазовых диаграмм. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Квази-n-компонентные системы. Применение фазовых диаграмм для прогнозирования микроструктуры материала.				
<b>5. Твердофазные процессы.</b>					
	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.	6	4		16
<b>6. Методы синтеза конденсированных систем</b>					
	Основные проблемы при синтезе конденсированных систем. Методы синтеза поликристаллических материалов. Методы получения монокристаллов и эпитаксиальных покрытий.	4	1	3	11
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>107</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр №2</b>				
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.	4	10
2	Элементы статистической физики конденсированных систем.	Изучение основных постулатов физики конденсированных систем, подтверждающих взаимосвязь микро- и макросвойств твердых тел.	4	10
3	Дефектообразование и нестехиометрия в	Анализ с химической точки зрения дефектов кристаллической структуры	2	6

	конденсированных системах.	и нестехиометрии. Практическое применение квазихимического подхода к процессам с участием точечных дефектов, в том числе их ассоциаций. Изучение особенностей дефектов большой пространственной размерности.		
4	Фазовые диаграммы в химии конденсированного состояния.	Изучение особенностей фазовых равновесий. Анализ фазовых диаграмм систем в конденсированном состоянии.	2	6
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.	4	10
6	Методы синтеза конденсированных систем.	Обучение правилам постановки кинетических экспериментов в твердофазных системах.	1	3
ВСЕГО:			17	45

### 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	10
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	10
3	Методы синтеза конденсированных систем.	Определение удельного сопротивления пленок и кристаллов 4-х зондовым методом.	3	5
4	Фазовые диаграммы в химии конденсированного состояния. Твердофазные процессы.	Определение прогнозной активности стеклофазы на основе данных РФА, удельной поверхности и химического состава.	6	20
ВСЕГО:			17	45

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ПК-1** Способен проводить научно-исследовательские работы по освоению новых видов продукции, получать и анализировать образцы в лабораторных условиях, и проводить сравнительную оценку с современными отечественными и зарубежными достижениями.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.3 Проводит научно-исследовательские работы, осуществлять анализ современных отечественных и зарубежных достижений в области структурообразования систем в химическом материаловедении	Экзамен, устный опрос

**2. Компетенция ПК-2** Способен проводить анализ существующих и перспективных видов продукции, осваивать новые виды продукции, разрабатывать нормативную документацию на новые виды продукции.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.5. Проводит анализ существующих и осваивать новые виды продукции, с учетом закономерностей процессов структурообразования в химическом материаловедении	Экзамен, устный опрос

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ 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.



		<p>6. Электронно-решеточное взаимодействие. Искажение Пайерлса.</p> <p>7. Учет межэлектронного взаимодействия. Переход Мотта.</p> <p>8. Двумерные кристаллические системы.</p> <p>9. Обратная решетка и k-пространство для трехмерных кристаллов.</p> <p>10. Молекулярные кристаллы. Ван-дер-ваальсово взаимодействие.</p>
2	Элементы статистической физики конденсированных систем.	<p>11. Статистика фононов и теплоемкость решетки.</p> <p>12. Классическая модель для вычисления энергии решетки. Модель Эйнштейна.</p> <p>13. Модель Дебая. Уточнения модели Дебая. Температура Дебая.</p> <p>14. Теплопроводность. Решеточная теплопроводность и длина свободного пробега фононов.</p> <p>15. Ангармонические эффекты. Нормальные процессы и процессы переброса.</p> <p>16. Рассеяние фононов, обусловленное дефектами. Влияние процессов на теплопроводность. Электронная теплопроводность в металлах и полупроводниках.</p>
3	Дефектообразование и не-стехиометрия в конденсированных системах.	<p>17. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы.</p> <p>18. Дефекты Френкеля и Шоттки.</p> <p>19. Плотность дефектов в состоянии теплового равновесия.</p> <p>20. Стехиометрия. Дислокация. Плотность дислокаций.</p>
4	Фазовые диаграммы в химии конденсированного состояния.	<p>21. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.</p> <p>22. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.</p> <p>23. Основные типы фазовых диаграмм.</p> <p>24. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.</p> <p>25. Квази-n-компонентные системы.</p>
5	Твердофазные процессы.	<p>26. Методы теоретического предсказания термодинамических свойств твердых растворов.</p> <p>27. Эмпирические и полуэмпирические методы оценки термодинамических характеристик твердофазных реакций.</p> <p>28. Закономерности зародышеобразования в конденсированных системах.</p> <p>29. Рост кристаллов. Гомогенные фазовые превращения. Спинодальный распад твердого раствора.</p> <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 <math>SiO_2</math>-полимеризации) – структурообразующие элементы стеклофазы.</p> <p>36. Расчетная процедура определения прогнозной активности стеклофазы.</p>
6	Методы синтеза	37. Методы синтеза поликристаллических материалов.

конденсированных систем.	38. Методы получения монокристаллов и эпитаксиальных покрытий.
--------------------------	--

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

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. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	теоретические и экспериментальные основы, основные понятия, законы

	и модели структурообразования систем в химическом материаловедении современное состояния развития производства в области химического материаловедения и новые виды продукции
Умения	пользоваться теоретическими и экспериментальными основами, основными понятиями, законами и моделями структурообразования систем в химическом материаловедении понимать, излагать и критически анализировать информацию в области структурообразования систем в химическом материаловедении
Навыки	методами обработки и анализа информации и результатов исследований в области структурообразования систем в химическом материаловедении навыками контроля технологического процесса, методами разработки нормативов на расход материалов, принципами подбора оборудования и технологической оснастки

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Теоретические и экспериментальные основы, основные понятия, законы и модели структурообразования систем в химическом материаловедении	Не знает теоретические и экспериментальные основы, основные понятия, законы и модели структурообразования систем в химическом материаловедении	Знает теоретические и экспериментальные основы, основные понятия, законы и модели структурообразования систем в химическом материаловедении, но затрудняется с ответами на дополнительные вопросы	Знает теоретические и экспериментальные основы, основные понятия, законы и модели структурообразования систем в химическом материаловедении, допуская при этом незначительные ошибки	Знает теоретические и экспериментальные основы, основные понятия, законы и модели структурообразования систем в химическом материаловедении и. Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Современное состояния развития производства в области химического материаловедения и новые виды продукции	Не знает современное состояния развития производства в области химического материаловедения и новые виды продукции	Знает о современном состояния развития производства в области химического материаловедения и новые виды продукции, но затрудняется с ответами на дополнительные вопросы	Знает современное состояния развития производства в области химического материаловедения и новые виды продукции. Отвечает на дополнительные вопросы с небольшими ошибками	Знает современное состояния развития производства в области химического материаловедения и новые виды продукции. Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет

				дополнительным и знаниями
--	--	--	--	---------------------------

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Пользоваться теоретическими и экспериментальными основами, основными понятиями, законами и моделями структурообразования систем в химическом материаловедении и	Не умеет пользоваться теоретическими и экспериментальными основами, основными понятиями, законами и моделями структурообразования систем в химическом материаловедении и	Умеет пользоваться теоретическими и экспериментальными основами, основными понятиями, законами и моделями структурообразования систем в химическом материаловедении и, но затрудняется с ответами на дополнительные вопросы.	Умеет , пользоваться теоретическими и экспериментальными основами, основными понятиями, законами и моделями структурообразования систем в химическом материаловедении и допуская при этом незначительные ошибки	Умеет пользоваться теоретическими и экспериментальными основами, основными понятиями, законами и моделями структурообразования систем в химическом материаловедении и. Грамотно дает ответы на поставленные вопросы.
Понимать, излагать и критически анализировать информацию в области структурообразования систем в химическом материаловедении и	Не умеет понимать, излагать и критически анализировать информацию в области структурообразования систем в химическом материаловедении и	Умеет понимать, излагать и критически анализировать информацию в области структурообразования систем в химическом материаловедении и, но затрудняется с ответами на дополнительные вопросы	Умеет понимать, излагать и критически анализировать информацию в области структурообразования систем в химическом материаловедении и. Отвечает на дополнительные вопросы с небольшими ошибками	Умеет понимать, излагать и критически анализировать информацию в области структурообразования систем в химическом материаловедении и. Грамотно дает ответы на поставленные вопросы.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Методами обработки информации и результатов исследований в	Не методами обработки информации и результатов исследований в	Владеет методами обработки информации и результатов	Владеет методами обработки информации и результатов	Владеет методами обработки информации и результатов

области структурообразования систем в химическом материаловедении	области структурообразования систем в химическом материаловедении	исследований в области структурообразования систем в химическом материаловедении. На дополнительные вопросы даёт неполные ответы.	исследований в области структурообразования систем в химическом материаловедении. На дополнительные вопросы отвечает с небольшими неточностями.	исследований в области структурообразования систем в химическом материаловедении. Даёт полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Навыками контроля технологического процесса, методами разработки нормативов на расход материалов, принципами подбора оборудования и технологической оснастки	Не владеет навыками контроля технологического процесса, методами разработки нормативов на расход материалов, принципами подбора оборудования и технологической оснастки.	Владеет навыками контроля технологического процесса, методами разработки нормативов на расход материалов, принципами подбора оборудования и технологической оснастки, допуская при ответах грубые ошибки	Владеет навыками контроля технологического процесса, методами разработки нормативов на расход материалов, принципами подбора оборудования и технологической оснастки, допуская при этом незначительные ошибки.	Владеет навыками контроля технологического процесса, методами разработки нормативов на расход материалов, принципами подбора оборудования и технологической оснастки. Даёт полные, развернутые ответы на поставленные вопросы

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Центр высоких технологий	Прибор синхронного термического анализа STA 449 Fl lupiter© фирмы NETZSCH. автоклав высокого давления, рентгенофлуоресцентный спектрометр серии ARL 9900 Workstation со встроенной системой дифракции, сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU, планетарная мономельница PULVERISETTE 6 classic line, дифференциальный калориметр ToniCAL модель 7338 Toni

		<p>Technik Baustoffpriifsysteme GmbH Gustav-Meyer-Allee, шлифовально-полировальный станок MetaServ® 250 с дополнительной полуавтоматической насадкой Vector®, автоматический гидравлический пресс Vaneox - 40t automatic, лабораторная мешалка раствора с подачей песка Testing, напылительная настольная установка Q150T ES Quorum Technologies, лазерный анализатор размеров частиц ANALYSETTE 22 NanoTec plus, вакуумная установка нанесения многофункциональных нанокompозитных покрытий QVADRA500f569].</p>
2.	Лаборатория стекла	<p>Разрывная машина R-0,5 Спектрофотометр СФ-26, СФ-46, СФ-56. Прибор общего светопропускания ПОС-1. Дилатометр кварцевый ДКВ-4А. Микроскоп поляризационный МИН-8. Электрические печи сопротивления. Весы гидростатические. Микротвердомер ПМТ-5. Лабораторный калориметр. Водяные и песчаные бани. Весы аналитические и технические.</p>
3.	Лаборатория керамических материалов	<p>Машина для испытания на изгиб, весы технические электронные, мешалки для шликера, реотест, весы аналитические электронные, шкаф вытяжной, микроскоп, пресса гидравлические, вытяжной шкаф, приборы для определения пластичности глин, дистиллятор, мельница планетарная, вибромельница, печи муфельные, печи силитовые, сушильные шкафы, установка для определения водопоглощения, весы гидростатические для водопоглощения, морозильная камера, мельницы валковые, дробилка валковая, дробилка щековая, сита, круг истирания, печь для скоростного обжига.</p>
4.	Лаборатория рентгенофазового анализа	<p>Рентгеновские дифрактометры ДРОН-2, 3, 4 с Си- и Fe-анодами рентгеновских трубок, обжигочная, рентгеновский ди-фрактометр ARL X'TRA, печь обжигочная с рабочей температурой до 1500°C, ЭВМ с необходимым программным обеспечением.</p>
5.	Лаборатория термических методов исследования	<p>Дериватографы фирмы MOM, прибор синхронного термического анализа STA 449 F1, установка по определению</p>

		тепловыделения.
6.	Лаборатория микроскопических исследований	Станок отрезной Minitom, станок шлифо-вально-полировальный LaboPol-5, микроскоп NU 2 фирмы Carl Zeiss Jena, микроскоп МБС-1, микротвердомер ПМТ-3
	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

## 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

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. Кушев, 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.

4. 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.

5. 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.

6. Айлер Р. Химия кремнезема. / Р. Айлер // М.: Мир. – 1982. – Ч.1-2. – 712

с

#### **6.4. Перечень интернет-ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

- Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова <http://ntb.bstu.ru>
- Центр высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова <http://cvt.bstu.ru/>
- Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
- Электронно-библиотечная система <http://elanbook.com>
- Электронно-библиотечная система <http://ibooks.ru>
- Российское образование. Федеральный портал <http://www.edu.ru/>
- Сайт Минобрнауки России <http://mon.gov.ru/>
- Web of Science [thomsonreuters.com](http://thomsonreuters.com)
- Scopus <http://www.scopus.com>
- Elibrary [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
- РФФИ [www.rfbr.ru](http://www.rfbr.ru)
- РФНФ [рнф.рф](http://рнф.рф)
- РГНФ [www.rfh.ru](http://www.rfh.ru)
- "Фонд развития инновационного центра "Сколково" [www.sk.ru](http://www.sk.ru)
- ФИПС <http://www1.fips.ru>



## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО