

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

Ярмоленко И.В.
« 5 »  2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Уваров В.А.
« 22 »  2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Термодинамические основы механохимии нанодисперсных систем

Направление подготовки:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль программы:

Материаловедение и технологии композиционных материалов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра материаловедения и технологии материалов

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Минобрнауки России № 306 от 24 апреля 2018 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

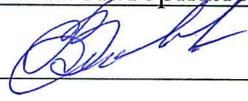
Составитель: к.т.н., профессор  (В.В. Нелюбова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » апреля 2021 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.В. Строкова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.В. Строкова)

« 12 » апреля 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 22 » апреля 2021 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доц.  (А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен анализировать технологии получения композиционных материалов и разрабатывать рекомендации по оптимизации их состава и свойств	ПК-3.1 Моделирует состав материалов, их физико-механические свойства	<p>Знать: технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов в зависимости от их состава и структуры;</p> <p>Уметь: моделировать состав материалов, их физико-механические свойства</p> <p>Владеть: навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств</p>
		ПК-3.2 Анализирует химический состав и структуру композиционных материалов	<p>Знать: методы определения химического состава и структуры композиционных материалов</p> <p>Уметь: проводить анализ состава и структуры композиционных материалов</p> <p>Владеть: навыками проведения анализа химического состава и структуры композиционных материалов</p>
		ПК-3.3 Анализирует зависимость технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	<p>Знать: технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов</p> <p>Уметь: подбирать состав композиционных материалов в зависимости от их технологических и эксплуатационных свойств</p> <p>Владеть: навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3 Способен анализировать технологии получения композиционных материалов и разрабатывать рекомендации по оптимизации их состава и свойств

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Композиционные материалы различного функционального назначения
2	Функциональные добавки для композиционных материалов
3	Теория прочности и физика разрушения
4	Технологии получения композиционных материалов
5	Физикохимия ультрадисперсных систем и наноматериалов
6	Учебная ознакомительная практика
7	Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
8	Производственная научно-исследовательская работа

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 4 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

Вид учебной работы	Всего Часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
Лекции	34	34
лабораторные	34	34
Практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	143	143
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	89	89
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	Предмет и содержание курса. Введение	4			14
2	Введение в активацию минералов измельчением	6		10	15
3	Основы термодинамики поверхностных явлений	6			15
4	Механохимия поверхности	6		8	15
5	Химическое модифицирование поверхности твердых тел в строительном материаловедении	4		8	15
6	Наномеханохимия	8		8	15
	ВСЕГО	34		34	89

4.2 Содержание практических (семинарских занятий)

Учебным планом не предусмотрено.

4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Введение в активацию минералов измельчением	Исследование влияния степени измельчения на технологические свойства порошков строительного назначения	10	15
2	Механохимия поверхности	Изучение влияния среды на кинетику измельчения материалов	8	15
3	Химическое модифицирование поверхности твердых тел в строительном материаловедении	Изучение физико-химических свойств материалов в зависимости от степени дисперсности и среды измельчения	8	15
4	Наномеханохимия	Изучение механохимических свойств и характеристик нанодисперсных систем и материалов	8	15
	ВСЕГО		34	89

4.4. Содержание курсового проекта (работы)

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, Индивидуального домашнего задания

Учебным планом предусмотрено выполнение одного РГЗ по дисциплине «Термодинамические основы механохимии нанодисперсных систем».

Общая тематика задания формируется согласно теме: «Оценка энергетических характеристик механоактивированных горных пород».

Основная цель: изучение основных закономерностей формирования структуры и свойств твердофазных материалов в процессе механоактивации.

Задание включает следующие пункты:

1. Используя исходные данные, рассчитайте постоянную Гамакера и свободную поверхностную энергию для активированных горных пород различного состава.

2. Постройте графики зависимостей постоянной Гамакера и свободной поверхностной энергии от концентрации кварца в породах.

3. Сделайте выводы по полученным зависимостям.

Защита ИДЗ происходит в виде устного опроса по содержанию работы.

В соответствии с выданным номером варианта студентам необходимо решить индивидуальные домашние задания.

Варианты исходных данных для выполнения заданий по теме «Оценка энергетических характеристик механоактивированных горных пород».

Характеристики горных пород ненарушенной структуры

№ п/п	Исследуемые образцы	Содержание SiO_2 , %	Площадь удельной поверхности $S_{уд}$, м ² /кг	Размер частиц d , нм	Критическое значение поверхностного натяжения σ_k , мН/м
1	Кварц	98	16169±127	230±25	24.0
2	Базальт	48	6446±774	360±98	17.3
3	Песок П1	90	8580±43	102±34	23.7
4	Песок П2	91	7532±211	102±30	22.6
5	Гранит	76	9159±54	206±57	21.2
6	Амфиболит	53	2750±14	416±114	19.4
7	Известняк	0	6260±31	632±69	16.4
8	Диабаз	50	1525±18	252±71	17.9
9	Кварцитопесчаник	90	4994±28	233±59	21.1
10	Диорит	57	1567±23	464±120	18.8

5 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-3 Способен анализировать технологии получения композиционных материалов и разрабатывать рекомендации по оптимизации их состава и свойств

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1 Моделирует состав материалов, их физико-механические свойства	Защита индивидуального домашнего задания, защита лабораторных работ, экзамен
ПК-3.2 Анализирует химический состав и структуру композиционных материалов	Защита индивидуального домашнего задания, защита лабораторных работ, экзамен
ПК-3.3 Анализирует зависимость технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	Защита индивидуального домашнего задания, защита лабораторных работ, экзамен

5.2 Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1 Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена)

1. Основные объекты и разделы, фундаментальные аспекты и практические приложения.
2. Дисперсное состояние вещества. Классификация дисперсных систем по размерности, агрегатному состоянию и микроструктуре.
3. Наноразмерные системы. Основные характеристики наночастиц и дисперсных систем. Размерный эффект.
4. Введение в активацию минералов измельчением. Введение в активацию минералов измельчением. Тонкое измельчение минеральных веществ.
5. Развитие представлений об активации измельчением и механохимии минеральных веществ. Современные аппараты и механизмы, применяемые для тонкого и сверхтонкого измельчения. Влияние степени измельчения на технологические свойства порошков строительного назначения.
6. Некоторые особенности в применении нанодисперсных систем полученных методами механохимии.
7. Основы термодинамики поверхностных явлений. Основы термодинамики поверхностных явлений. Фундаментальные уравнения и направленные парциальные величины в термодинамике твердого тела. Выражение для химических потенциалов. Механохимические соотношения для объемных фаз.
8. Химическое сродство. Выражения для химического сродства твердых тел.
9. Изотермические соотношения. Роль подвижных компонентов.
10. Механохимия текучих сред. Механохимия поверхности. Поверхностное натяжение.
11. Механохимия смачивания, фундаментальные уравнения.

12. Механохимический эффект растворения.
13. Влияние среды на кинетику измельчения. Взаимодействие измельчаемых материалов с водой и другой жидкостью. Взаимодействие измельчаемых материалов с газами или парами. Взаимодействие измельчаемых материалов с мелющими телами. Взаимодействие измельчаемых материалов с некоторыми добавками, активизирующими процессы измельчения.
14. Химическое модифицирование поверхности твердых тел в строительном материаловедении.
15. Минералы в тонкодисперсном состоянии. Физикохимические свойства материалов в зависимости от степени дисперсности и среды измельчения. Изменение кристаллического строения и химических свойств при диспергировании.
16. Изменение дефектности кристаллической структуры и полная аморфизация вещества. Полиморфные превращения.
17. Влияние химического состояния поверхности на физические и химические свойства твердых тел. Методы модифицирования поверхности: физическое и химическое модифицирование.
18. Наномеханохимия. Механические состояния и материальный обмен в наночастицах, размерная зависимость поверхностных характеристик.
19. Условие механического равновесия на искривленной поверхности. Условие механического равновесия на границах наночастиц.
20. Химический подход к термодинамике наночастиц. Хемомеханические эффекты в нанопористых системах. Термодинамика поверхности в наносистемах. Хемомеханический эффект адсорбции.
21. Термодинамика диспергирования твердых тел.
22. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях.
23. Реконструкция и релаксация поверхностей в наноструктурах. Обработка поверхности и условия сохранения ее свойств.
24. Электростатическая стабилизация. Стерическая стабилизация.
25. Особенности активирования и твердения тонкоизмельченных вяжущих материалов. Методы модифицирования вяжущих при тонком измельчении. Некоторые примеры применения механохимии в строительстве.
26. Наноструктурированные вяжущие. Технологическое оборудование позволяющее производить наноструктурированные бесцементные вяжущие негидратационного типа твердения. Особенности развития технологии получения наноструктурированных вяжущих, возможность использования различных сырьевых компонентов.
27. Отличительные характеристики, свойства материалов на основе геополимеров и композиционных вяжущих на их основе.

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

Лабораторные работы

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Исследование влияния степени измельчения на технологические свойства порошков строительного назначения	1) Что такое удельная поверхность? 2) Как определяют удельную поверхность? 3) Как связаны активность вещества с удельной поверхностью? 4) На какие свойства материала влияет удельная поверхность?
2.	Изучение влияния среды на кинетику измельчения материалов	1) За счет каких эффектов измельчение в присутствии жидкости происходит интенсивнее? 2) Какие жидкости могут применяться для регулирования кинетики измельчения?
3.	Изучение физико-химических свойств материалов в зависимости от степени дисперсности и среды измельчения	1) Как отличаются материалы, измельченные до одинаковой удельной поверхности в разных средах? 2) Какие физико-химические свойства можно регулировать степенью дисперсности и средой измельчения?
4.	Изучение механохимических свойств и характеристик нанодисперсных систем и материалов	1) Механические состояния и материальный обмен в наночастицах, размерная зависимость поверхностных характеристик. 2) Условие механического равновесия на границах наночастиц. 3) Химический подход к термодинамике наночастиц. 4) Хемомеханические эффекты в нанопористых системах. 5) Термодинамика поверхности в наносистемах.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знать технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов в зависимости от их состава и структуры; Знать методы определения химического состава и структуры композиционных материалов Знать технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов
Умения	Уметь моделировать состав материалов, их физико-механические свойства Уметь проводить анализ состава и структуры композиционных материалов Уметь подбирать состав композиционных материалов в зависимости от их технологических и эксплуатационных свойств
Владения	Владеть навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств Владеть навыками проведения анализа химического состава и структуры композиционных материалов Владеть навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры

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
Знать технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов в зависимости от их состава и структуры	Не знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов в зависимости от их состава и структуры	Знает не все технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов в зависимости от их состава и структуры	Знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов в зависимости от их состава и структуры, но допускает неточности	Знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов в зависимости от их состава и структуры
Знать методы определения химического состава и структуры композиционных материалов	Не знает методы определения химического состава и структуры композиционных материалов	Знает не все методы определения химического состава и структуры композиционных материалов	Знает методы определения химического состава и структуры композиционных материалов, но допускает неточности	Знает методы определения химического состава и структуры композиционных материалов
Знать технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов	Не знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов	Знает не все технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов	Знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов, но допускает неточности	Знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь моделировать состав материалов, их физико-механические свойства	Не умеет моделировать состав материалов, их физико-механические свойства	Допускает ошибки при моделировании состава материалов, их физико-механических свойств	С небольшой помощью может моделировать состав материалов, их физико-механические свойства	Умеет самостоятельно моделировать состав материалов, их физико-механические свойства
Уметь проводить анализ состава и структуры композиционных материалов	Не умеет проводить анализ состава и структуры композиционных материалов	Допускает ошибки при проведении анализа состава и структуры композиционных материалов	С небольшой помощью может проводить анализ состава и структуры композиционных материалов	Умеет самостоятельно проводить анализ состава и структуры композиционных материалов
Уметь подбирать состав композиционных материалов в зависимости от их	Не умеет подбирать состав композиционных материалов в зависимости от их	Допускает ошибки при подборе состава композиционных материалов в	С небольшой помощью может подбирать состав композиционных материалов в	Умеет самостоятельно подбирать состав композиционных материалов в

технологических и эксплуатационных свойств	технологических и эксплуатационных свойств	зависимости от их технологических и эксплуатационных свойств	зависимости от их технологических и эксплуатационных свойств	зависимости от их технологических и эксплуатационных свойств
--	--	--	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств	Не владеет навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств	В низкой степени навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств	С незначительной помощью использует навыки моделирования состава материалов, их физико-механических свойств	В высокой степени навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств
Владеть навыками проведения анализа химического состава и структуры композиционных материалов	Не владеет навыками проведения анализа химического состава и структуры композиционных материалов	В низкой степени навыками проведения анализа химического состава и структуры композиционных материалов	С незначительной помощью использует навыки проведения анализа химического состава и структуры композиционных материалов	В высокой степени в навыками проведения анализа химического состава и структуры композиционных материалов
Владеть навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	Не владеет навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	В низкой степени навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	С незначительной помощью использует навыки анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	В высокой степени навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры

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.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УК №3, №103	Специализированная мебель; интерактивная доска, мультимедийный проектор, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации УК №3,	Специализированная мебель; мельница лабораторная роторная, мельница дисковая вибрационная ИВ-1, мельница шаровая

	№025 (Лаборатория механоактивационных процессов)	уралитовая 200 л, мельница шаровая МШУ/60, мельница лабораторная валковая "МШЛ-2, барабан для помола 10л, 8л, 4л, 2л, печь муфельная SNOL 1200 *С, печь муфельная ПМ-ТД (самописец Термодат-16ЕЗ), шкаф сушильный Binder 300 *С, пресс гидравлический ПГМс-100МГ4А, установка для исследования свойств бетона на долговечность, весы технические ДВП-60Е
3.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации УК №3, №026 (Опытно-промышленный участок НИИ «Наносистемы в строительном материаловедении»)	Специализированная мебель, весы лабораторные RV 3102, мешалка лопастная, 40-1200 об/мин., мешалка лопастная LS-110, 100-2000 об/мин, комплект сит КСИ нерж. d=300 мм, рибор ПКФ-01 (для песчаных грунтов), прибор стандартного уплотнения ПСУ малый, прибор стандартного уплотнения ЦКБ-9127, конус балансирный Васильева КБВ, баня шестиместная водяная – 2 шт., стол встряхивающий КП-111, виброплощадка лабораторная типа СМЖ-539, ручной прибор Вика E055N, растворосмеситель лабораторный Matest E095, форма куба/балочка 3ФБ-40, 6ФК-20, 3ФК-50, 2ФК-100, ФК-150, вискозиметр Суттарда ВС, устройство ОВС для определения водоудерживающей способности раствора.
4.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УК №3, №105 Учебно-научная лаборатория синтеза и исследований материалов	Специализированная мебель; компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду; растровый электронный микроскоп TESCAN MIRA 3 LMU, напылительная настольная установка Q150T ES Quorum Technologies, прибор ИК-спектрометр VERTEX 70, рентгенофлуоресцентный спектрометр ARL9900 Intellipower Workstation, дериватограф МОМ, лазерный анализатор частиц Zetatracs, Microtracs (США), прибор ПСХ-12, прибор SoftSorbi-II ver.1.0.
5.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации УК №3, №031 Лаборатория гидротермального синтеза	Специализированная мебель; автоклав лабораторный 5л, 24атм, компьютер Intel I3-3220, установка ультразвуковая (диспергатор) УЗД 1-1,6, гомогенизатор Silverson L5M-A, дистиллятор автоматический SELECTA "АС-L4", анализатор спектра звуковой прецизионный 4-канальный, калибратор акустический АК-1000, устройство перемешивающее ПЭ-8300.
6.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля	Специализированная мебель; весы лабораторные 6001, мешалка магнитная с

	и промежуточной аттестации УК №3, №027 (Лаборатория синтеза и исследований высокомолекулярных систем)	подогревом, гриндометр Хегмана 0-100 мкм, прибор для определения прочности (эластичности) "Константа ШГ2", вискозиметр ВЗ-246, прибор для определения времени и степени высыхания лакокрасочных ВИ-М, аппликатор для нанесения слоев лакокрасочных материалов КАУ1, шкаф вытяжной 1500*700*2100 мм, центрифуга Liston С 2203, реактор химический Lenz Minni 100-05, 1л, аппликатор прямоугольный четырехдиапазонный КА-1 (30/60/90/120 мкм), насос инфузионный шприцевой Инстилар, твердомер маятниковый лакокрасочных покрытий Константа МТ1, мешалка магнитная RH basic, печь трубчатая PTF 12/50/600.
7.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся УК №3, №102	Специализированная мебель; компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
8.	Читальный зал библиотеки с выходом в сеть Интернет для самостоятельной работы, Библиотека 303	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

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
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 19.08.2022.
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) Русанов, А.И. Термодинамические основы механохимии. – СПб.: Наука, 2006. – 221 с.

2) Иванов, А.О. Термодинамические свойства ионностабилизированных нанодисперсных ферроколлоидов / А.О. Иванов, Е.В. Крутикова., Е.А. Елфимова // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т. 53. – № 3–2. – С.

108–112.

3) Кучин, И.В. Численное моделирование процессов преобразования структуры как основы регулирования свойств нанодисперсных композиционных систем и материалов / И.В. Кучин, Н.Б. Урьев // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2009. – Т. 45. – № 4. – С. 406–410.

4) Полухина, Л.М. Механохимия полимерных систем / Л.М. Полухина, В.И. Ракитянский, А.А. Карпухин. – Москва, 2010. – 121 с.

5) Суздальев И.П. Физико-химия наноматериалов. М.: КомКнига, 2006. – 592 с.

6) Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.

7) Строкова, В.В. Термодинамические основы механохимии нанодисперсных систем: методические указания к выполнению лабораторных работ и курсового проекта для студентов направления 22.04.01 – Материаловедение и технологии материалов / В.В. Строкова, В.В. Нелюбова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 29 с

8) Щукин Е.Д. Коллоидная химия: учеб. для университетов и химикотехнолог. вузов / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – М.: Высш.шк., 2007. – 444 с.

9) Кругляков П.М. Физическая и коллоидная химия: учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 2005. – 319 с.

10) Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие для вузов – М.: Academia, 2005. – 179 с.

11) Новый справочник химика и технолога. Электродные процессы. Химическая кинетика и диффузия. Коллоидная химия / С.А. Симанова (ред.) – СПб.: НПО «Профессионал», 2007. – 837 с.

12) Сумм Б. Д. Основы коллоидной химии: учеб. пособие для вузов. – М.: Academia, 2010. – 238 с.

13) Ролдугин, В.И. Физикохимия поверхности / В.И. Ролдугин. – Долгопрудный: ИД Интеллект, 2011 – 565 с.

14) Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010.

15) Смолянкина О.Ю., Югай К.Н. Исследование поверхностных состояний наночастицы // Вестник Омского университета. – 2005. – №3. – С. 10–12.

16) Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии / Ф. Оуэнс Пул. – М.: Техносфера. – 2000. – 328 с.

17) Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия / А.Г. Стромберг. – М.: Высшая школа, 2001. – 479 с.

18) Ходаков Г.С. Физика измельчения / Г.С. Ходаков. – 1985. – 307 с.

19) Гиббс Дж.В. Термодинамика. Статическая механика / Дж.В. Гиббс. – М.: Наука, 1982.

20) Молчанов, В.И. Технические средства активации минеральных веществ при измельчении / В.И. Молчанов, О.Г. Селезнева // Сборник трудов АН СССР. Сибирское отделение. Физико-технические проблемы переработки полезных ископаемых. – 1979. – №6. – 16 с.

21) Череватова, А.В. Кремнеземистые огнеупорные массы на основе пластифицированных высококонцентрированных керамических вяжущих

суспензий: монография / А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. – 151 с.

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

- 1) Сайт о нанотехнологиях в России <http://www.nanonewsnet.ru/>
- 2) Ежемесячный междисциплинарный теоретический и прикладной научно-технический журнал «Нано- и микросистемная техника» <http://www.microsystems.ru/>
- 3) Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии: Учебное пособие / Азаренков Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д., Маликов Л.В., Турбин П.В. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2009. – 209 с. http://ftfsite.ru/wp-content/files/azarenkov_n_a_beresnev_v_m_pogreb.pdf
- 4) Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие / В.В. Старостин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 431 с. <http://docme.ru/5nb5>
- 5) Chemnet – официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>
- 6) <http://elibrary.ru/defaultx.asp> –Электронная библиотека РФФИ.