

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.

« 21 » апреля 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



Уваров В.А.

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Физическая химия наноструктурированных материалов

Направление подготовки:

08.04.01 Строительство

Профиль программы:

**Производство строительных материалов, изделий и конструкций:
наносистемы в строительном материаловедении**

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 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 482 от 31 мая 2017 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.


Составитель: к.т.н., доц.  (М.Н. Сивальнева)

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

« 29 » апреля 2021 г., протокол № 9

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

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
Профессиональные компетенции	ПК-3. Способен проектировать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций, в том числе с использованием современного программного обеспечения	ПК-3.1. Составляет задания и контролирует результаты проектирования составов строительных материалов и изделий	Знать: требования и порядок осуществления контроля при проектировании строительных материалов и изделий Уметь: составлять задание на проектирование составов строительных материалов и изделий с учетом физико-химических особенностей сырьевых компонентов Владеть: навыками составления заданий и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий
	ПК-6. Способен организовывать и выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения	ПК-6.1. Формулирует цели, постановку задач исследования в сфере строительного материаловедения	Знать: основы методологии и принципы выполнения исследовательской деятельности в сфере строительного материаловедения Уметь: формулировать цели исследования в сфере строительного материаловедения Владеть: навыками постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения
		ПК-6.2. Выбирает метод и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения	Знать: методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения Уметь: применять методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения Владеть: навыками рационального выбора методов и/или методик проведения исследований в сфере строительного материаловедения
		ПК-6.6. Разрабатывает физические и/или математические модели исследуемых объектов	Знать: основы физического и/или математического представления систем, объектов или процессов Уметь: применять теоретические основы физического и/или математического представления исследуемых систем, объектов или процессов с целью их дальнейшего изучения и применения Владеть: навыками разработки физических и/или математических моделей исследуемых объектов
		ПК-6.7. Проводит исследования в сфере строи-	Знать: теоретические и практические основы строительного материаловедения

		тельного материаловедения	Уметь: применять основы строительного материаловедения при проведении исследований Владеть: навыками проведения исследований в сфере строительного материаловедения
--	--	---------------------------	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3. Способен проектировать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций, в том числе с использованием современного программного обеспечения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Композиционные наноструктурированные вяжущие вещества
2	Технология получения наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
3	Технологические процессы производства строительных материалов
4	Автоматизация предприятий строительной отрасли
5	Производственная исполнительская практика
6	Производственная преддипломная практика

2. Компетенция ПК-6. Способен организовывать и выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Общая технология наноматериалов
2	Методы исследования и контроля качества наноструктурированных материалов
3	Основы патентования
4	Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
5	Производственная научно-исследовательская работа
6	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 5 зач. единиц.

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

Вид учебной работы ¹	Всего часов	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	88	128
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	74	37	37
лекции	34	17	17
лабораторные	34	17	17
практические			
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ²	6	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	142	51	91
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание	18		18
Индивидуальное домашнее задание	9	9	
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	79	42	37
Экзамен	36		36

¹ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

² включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

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. Общая характеристика физических и химических свойств наночастиц					
	Броуновское движение и диффузия. Электронное строение и электропроводность наночастиц. Пространственная структура. Магнитные, оптические и термические свойства наночастиц. Механические свойства наноматериалов. Каталитические свойства наносистем.	2			2
2. Термодинамика и строение поверхностного слоя наноструктурированных материалов					
	Основные термодинамические параметры поверхностного слоя. Адсорбция и поверхностное натяжение. Методы измерения поверхностного натяжения. Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Дисперсность и термодинамические свойства тел. Энергетика диспергирования и конденсации	4		3	9
3. Образование и строение двойного электронного слоя.					
	Механизм образования двойного электрического слоя. Термодинамические соотношения между поверхностным натяжением и электрическим потенциалом двойного электрического слоя. Уравнение электрокапиллярной кривой и его экспериментальное исследование. Модели Гельмгольца и Гуи-Чепмэна. Теория Пуассона-Больцмана. Уравнение Грэма. Емкость диффузного двойного электрического слоя. Слой Штерна. Примеры образования двойного электрического слоя. Суспензионный эффект.	4		5	11
4. Адсорбционные равновесия					
	Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Адсорбционные взаимодействия при физической адсорбции. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Адсорбция газов и паров на пористых телах. Потенциальная теория Поляни. Объемная молекулярная адсорбция из растворов. Адсорбция поверхностно-активных веществ и полимеров. Состояние поверхностных (адсорбционных) пленок. Ионообменная адсорбция.	4		6	12
5. Материалы в высокодисперсном состоянии					
	Получение высокодисперсных материалов. Поверхностные явления на границе раздела различных фаз:	3		3	8

	«твердая фаза-газ» и «твердое-твердое», «твердое-жидкое-газ», «жидкое-жидкое», «жидкое-газ». Структура сырьевого цементного шлама. Структура глиняного шликера. Модели, характеризующие поведение различных материалов при поверхностных явлениях. Структурно-механические свойства паст и теста.				
	ВСЕГО	17	0	17	42

Курс 2 Семестр 3

№ 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. Молекулярно-кинетические свойства наноструктурированных материалов					
	Диффузия в наноматериалах. Диффузионный потенциал в межфазных границах. Седиментация. Применение седиментационного анализа для определения размеров частиц дисперсной фазы. Седиментационно-диффузионное равновесие. Электрокинетические явления в наноматериалах. Явление переноса в пористых телах. Мембранные методы разделения смесей.	4		4	8
2. Химическая кинетика и катализ					
	Химическая кинетика. Кинетическое уравнение скорости реакции. Константа скорости химической реакции, размерность константы скорости. Порядок реакции. Вывод и анализ интегральной формы кинетического уравнения необратимой гомогенной реакции 1-го порядка. Катализ, понятие. Гомогенный и гетерогенный катализ. Влияние катализатора на термодинамические и кинетические характеристики химических реакций.	5		4	10
3. Устойчивость и коагуляция наноструктурированных материалов					
	Виды устойчивости дисперсных систем. Факторы устойчивости систем. Теория устойчивости и коагуляции дисперсных систем ДЛФО. Коагуляция. Порог коагуляции. Виды коагуляции. Индифферентные и неиндифферентные электролиты. Быстрая и медленная коагуляция. Стабилизация и коагуляция дисперсных систем с различным агрегатным состоянием фаз.	5		5	11
4. Структурно-механические свойства и реологический метод исследования наноструктурированных материалов строительного назначения					
	Реология как метод исследования структуры дисперсных материалов, в частности наноматериалов. Реологические свойства. Модели реологического поведения. Элементы управления структурно-механическими	3		4	8

	свойствами материалов.				
	ВСЕГО	17	0	17	37

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 2				
1	Термодинамика и строение поверхностного слоя наноструктурированных материалов	Определение краевого угла смачивания твердых тел различными жидкостями	3	3
2	Образование и строение двойного электронного слоя	Определение толщины адсорбционного гидратного слоя на поверхности твердых частиц	3	3
3		Определение устойчивости коллоидной системы путем измерения дзета-потенциала	2	2
4	Адсорбционные равновесия	Изучение адсорбции ПАВ из раствора порошковыми материалами и определение их удельной поверхности	3	3
5		Определение удельной поверхности и анализ структурных характеристик, определяемых методом БЭТ	3	3
6	Материалы в высокодисперсном состоянии	Изучение поверхностных явлений на границе раздела фаз «твердое вещество – жидкость»	3	3
ИТОГО:			17	17
семестр № 3				
1	Молекулярно-кинетические свойства наноструктурированных материалов	Седиментационный анализ порошковых материалов	4	4
2	Химическая кинетика и катализ	Изучение фотокаталитической активности материалов	4	4
3	Устойчивость и коагуляция наноструктурированных материалов	Получение золя методом конденсации	2	2
4		Пенообразование в растворах ПАВ	3	3
5	Структурно-механические свойства и реологический метод исследования наноструктурированных материалов строительного назначения	Изучение реологических свойств материалов	4	4
ИТОГО:			17	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения индивидуального домашнего задания (ИДЗ) и расчетно-графического задания (РГЗ) осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

ИДЗ (семестр № 2) выполняется по теме «Термодинамика поверхности наноструктурированных материалов».

Содержание ИДЗ.

1. Титульный лист.
2. *Теоретические сведения* на тему: «Термодинамика поверхности наноструктурированных материалов». Следует представить основную информацию, касающуюся поверхностной энергии, поверхностного натяжения; когезии, адгезии, смачивания и растекания жидкостей; адсорбции; адсорбции паров и газов на твердой поверхности.
3. *Задание 1–5* (условие задач выдается преподавателем согласно варианта обучающегося).
4. *Библиографический список*

Объем ИДЗ должен составлять около 10 страниц.

РГЗ (семестр № 3) направлено на составление задания на проектирование составов строительных материалов и изделий с учетом физико-химических особенностей сырьевых компонентов.

Содержание РГЗ.

1. Титульный лист.
2. Основные свойства и физико-химические особенности рассматриваемых строительных материалов и их сырьевых компонентов.
3. Методика проектирования составов строительных материалов или изделий.
4. Задание на проектирование составов строительных материалов и изделий

С учетом заданных начальных условий составить задание на проектирование составов строительных материалов и изделий, в котором должны отражаться следующие показатели: нормируемые показатели качества материала в соответствии с техническими требованиями стандартов, технических условий или проектной документации на конструкции конкретных видов; показатели качества смеси, длительность и режимы твердения и другие условия производства, принимаемые по технологической документации, разработанной в соответствии с действующими стандартами, нормами и правилами; показатели однородности прочно-

сти материала; ограничения по составу и применению материалов для его приготовления, установленные нормативно-технической и технологической документацией и другие (в зависимости от конкретного вида изделий).

5. Библиографический список.

В качестве рассматриваемых материалов могут быть: бетоны различного назначения и другие цементные композиты с нанодобавками; защитные пленки; лакокрасочные материалы с наночастицами металлов и другие.

Цель РГЗ состоит в закреплении магистрантом изученного материала на лекциях и лабораторных занятиях, получении навыков применения фундаментальных законов физической химии в области строительного материаловедения.

Объем РГЗ должен составлять не менее 10 страниц.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-3. Способен проектировать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций, в том числе с использованием современного программного обеспечения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1. Составляет задания и контролирует результаты проектирования составов строительных материалов и изделий	Зачет, экзамен, защита расчетно-графического задания, профессиональный экзамен для студентов «Вход в профессию»

Компетенция ПК-6. Способен организовывать и выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-6.1. Формулирует цели, постановку задач исследования в сфере строительного материаловедения	Зачет, экзамен, собеседование, выполнение и защита лабораторных работ
ПК-6.2. Выбирает метод и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения	Зачет, экзамен, собеседование, выполнение и защита лабораторных работ
ПК-6.6. Разрабатывает физические и/или математические модели исследуемых объектов	Зачет, экзамен, собеседование, защита индивидуального домашнего задания, выполнение и защита лабораторных работ
ПК-6.7. Проводит исследования в сфере строительного материаловедения	Зачет, экзамен, собеседование, выполнение и защита лабораторных работ

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

зачет

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общая характеристика физических и химических свойств наночастиц	1. Что такое броуновское движение? 2. Каким образом определяется средний сдвиг микрочастицы при броуновском движении? 3. Каким образом изменяются электропроводящие свойства металлических наночастиц при уменьшении их размеров и как это связано с их электронным строением? 4. Какие кристаллические структуры являются наиболее устойчивыми для неорганических нанокристаллов? 5. Какими магнитными свойствами обладают наночастицы? 6. Для каких наносистем наблюдается явление гигантского магнетосопротивления? 7. Какими оптическими свойствами обладают наночастицы? 8. Для каких наносистем соблюдается уравнение Релея, опи-

		<p>сывающее закономерности светорассеяния?</p> <p>9. Каковы отличия оптических свойств проводящих от непроводящих наночастиц?</p> <p>10. Какими термическими свойствами обладают наночастицы?</p> <p>11. Каким образом зависит температура плавления наночастиц от их размеров? Чем это можно объяснить?</p> <p>12. Какими механическими свойствами обладают наноматериал?</p> <p>13. Каким уравнением описывается зависимость твердости компактированного наноматериала от размера зерен? Почему оно не соблюдается при очень малых размерах зерен?</p> <p>14. Какими каталитическими свойствами обладают наносистемы?</p> <p>15. Поясните сущность электронного и геометрического эффектов в катализе наночастицами.</p>
2	Термодинамика и строение поверхностного слоя наноструктурированных материалов	<p>1. Основные термодинамические параметры поверхностного слоя.</p> <p>2. Термодинамика поверхности и поверхностей раздела.</p> <p>3. Термодинамика криволинейной поверхности.</p> <p>4. Адсорбция, ее виды и способы ее выражения.</p> <p>5. Понятие о поверхностном натяжении. Физический смысл. Методы измерения.</p> <p>6. Адгезия, смачивание и растекание жидкостей.</p> <p>7. Дисперсность и термодинамические свойства тел.</p> <p>8. Энергетика диспергирования и конденсации</p>
3	Образование и строение двойного электронного слоя.	<p>1. Механизм образования двойного электрического слоя.</p> <p>2. Термодинамические соотношения между поверхностным натяжением и электрическим потенциалом двойного электрического слоя.</p> <p>3. Уравнение электрокапиллярной кривой и его экспериментальное исследование.</p> <p>4. Модели Гельмгольца и Гуи-Чепмэна.</p> <p>5. Теория Пуассона-Больцмана.</p> <p>6. Уравнение Грэма.</p> <p>7. Емкость диффузного двойного электрического слоя. Слой Штерна.</p> <p>8. Примеры образования двойного электрического слоя. Суспензионный эффект.</p>
4	Адсорбционные равновесия	<p>1. Адсорбция газов и паров на однородной поверхности.</p> <p>2. Адсорбционные взаимодействия при физической адсорбции.</p> <p>3. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ.</p> <p>4. Адсорбция газов и паров на пористых телах.</p> <p>5. Потенциальная теория Поляни.</p> <p>6. Объемная молекулярная адсорбция из растворов.</p> <p>7. Адсорбция поверхностно-активных веществ и полимеров.</p> <p>8. Состояние поверхностных (адсорбционных) пленок.</p>
5	Материалы в высокодисперсном состоянии	<p>1. Поверхностные явления на границе раздела различных фаз. Укажите особенности.</p> <p>2. Опишите структуры сырьевых материалов (цементный шлама, глиняный шликер), на выбор.</p> <p>3. Модели, характеризующие поведение различных материалов при поверхностных явлениях.</p>

Экзамен

1	Молекулярно-кинети́ческие свойства наноструктурированных материалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Диффузия в наноматериалах. 2. Диффузионный потенциал в межфазных границах. 3. Понятие о седиментации. 4. Что представляет собой седиментационный анализ? Применение седиментационного анализа для определения размеров частиц дисперсной фазы. 5. Какими факторами обусловлено установление седиментационно-диффузионного равновесия, каким уравнением можно его описать?
7	Химическая кинетика и катализ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулируйте основной постулат химической кинетики. 2. Кинетическое уравнение скорости реакции. 3. Константа скорости химической реакции, размерность константы скорости. 4. Порядок реакции. Вывод и анализ интегральной формы кинетического уравнения необратимой гомогенной реакции 1-го порядка. 5. Влияние температуры на скорость химических реакций. 6. Интегральные формы уравнения Аррениуса 7. Физический смысл энергии активации реакции 8. Понятие о катализе. Виды катализа. 9. Гомогенный и гетерогенный катализ. 10. Влияние катализатора на термодинамические и кинетические характеристики химических реакций.
8	Устойчивость и коагуляция наноструктурированных материалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виды устойчивости дисперсных систем. 2. Факторы устойчивости систем. 3. Теория устойчивости и коагуляции дисперсных систем ДЛФО. 4. Понятие о коагуляции. Порог коагуляции. 5. Виды коагуляции. 6. Индифферентные и неиндифферентные электролиты. 7. Быстрая и медленная коагуляция. 8. Стабилизация и коагуляция дисперсных систем с различным агрегатным состоянием фаз.
9	Структурно-механические свойства и реологический метод исследования наноструктурированных материалов строительного назначения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Реология как метод исследования. 2. Реологические свойства структурированных систем. 3. Модели реологического поведения. 4. Элементы управления структурно-механическими свойствами материалов. 5. Факторы, определяющие прочность материалов. Механизмы структурообразования.

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

Текущий контроль осуществляется в течение всего курса дисциплины на

лабораторных работах, их защите в форме собеседования, а также выполнения ИДЗ и РГЗ. Для контроля освоения тематики «Общая характеристика физических и химических свойств наночастиц», по которой не предусмотрены лабораторные работы, представлены тестовые вопросы.

Тестирование

Вариант 1

1. Величина среднеквадратичного сдвига частицы не зависит от:

- А. Вязкости дисперсионной среды.
- Б. Температуры.
- В. Плотности частицы.
- Г. Плотности дисперсионной среды.

2. Уменьшение проводящих свойств металлических кластеров по сравнению с объемным металлом связано с:

- А. Ограничением длины свободного пробега электронов.
- Б. Рассеянием электронов проводимости на поверхности кластера.
- В. Наличием зоны проводимости.
- Г. Дефектами кристаллической решетки.

3. Наиболее стабильной простейшей конфигурацией нанокластера является:

- А. Тетраэдр. Б. Октаэдр. В. Тетраэдр. Г. Куб.

4. Органические нанокристаллы образуются под действием:

- А. Высокой температуры.
- Б. Инфракрасного излучения.
- В. Электромагнитного поля.
- Г. Механической нагрузки.

5. Магнетосопротивление – это:

- А. Увеличение электрической проводимости материала при помещении его в магнитное поле.
- Б. Уменьшение электрической проводимости материала при помещении его в магнитное поле.
- В. Уменьшение магнитной проницаемости материала при изменении его структуры.
- Г. Увеличение магнитной проницаемости материала при изменении его структуры.

6. Закон светорассеяния Релея применим для следующего соотношения радиуса наночастицы (r) и длины волны падающего света (λ):

- А. $r \leq 0,1\lambda$. Б. $r < \lambda$. В. $r > \lambda$. Г. $r = \lambda$.

7. Золь золота с радиусом частиц 20 нм имеет:

- А. Зеленую окраску.
- Б. Желтую окраску.
- В. Мутно-белую окраску.
- Г. Ярко-красную окраску.

8. Твердость компактированных наноматериалов возрастает с:

- А. Увеличением размера зерен.
- Б. Увеличением количества дефектов кристаллической решетки.
- В. Уменьшением размера зерен.
- Г. Уменьшением количества дефектов кристаллической решетки.

9. Увеличение теплоемкости наночастиц с уменьшением их размеров связано с:

- А. Перестройкой кристаллической решетки наночастицы.
- Б. Увеличением электронной составляющей за счет увеличения свободных электронов на поверхности частицы.
- В. Изменением электронных свойств наночастицы.
- Г. Увеличением колебательной составляющей за счет увеличения амплитуды колебаний поверхностных атомов.

10. Цеолиты – это:

- А. Пористые материалы, внутри которых расположены кластеры металлов.
- Б. Смеси оксидов алюминия, кремния и щелочных или щелочноземельных металлов.
- В. Микропористые материалы.
- Г. Катализаторы, селективность которых связана со структурой пор.

Задача: Определить радиус частиц золя иодида серебра, используя данные: коэффициент диффузии равен $1,2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$, вязкость среды – $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$, температура – 298 К.

Вариант 2

1. Седиментационно-диффузионное равновесие в дисперсных системах наступает при:

- А. Преобладании седиментационного потока над диффузионным.
- Б. Преобладании диффузионного потока над седиментационным.
- В. Равенстве седиментационного и диффузионного потоков.
- Г. Любом соотношении скоростей седиментационного и диффузионного потоков.

2. В кластерной «модели желе» учитываются:

- А. Взаимное расположение ионов и взаимодействие всех электронов с каждым ионом.
- Б. Взаимодействия между атомами с заполненными электронными оболочками.
- В. Взаимодействие между валентными электронами и системой положительно заряженных ионов остова.
- Г. Сферическое распределение положительного заряда.

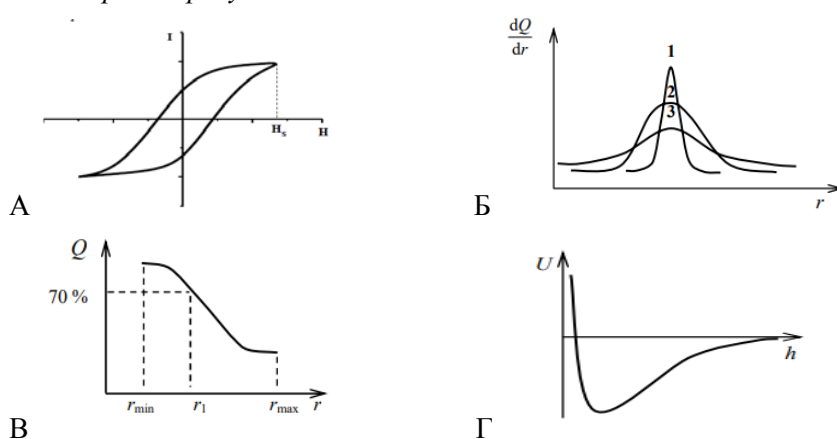
3. Предпочтительными для неорганических нанокристаллов являются структуры:

- А. Гранецентрированная кубическая.
- Б. Объемноцентрированная кубическая.
- В. Гексагональная плотноупакованная.
- Г. Базоцентрированная кубическая.

4. Нанокристаллические сплавы – это:

- А. Магнитомягкий материал.
- Б. Магнитожесткий материал.
- В. Двухфазная структура.
- Г. Безгистерезисный материал.

5. Выберите кривую намагниченности



6. Турбидиметрический метод анализа основан на:

- А. Измерении интенсивности рассеянного света.
- Б. Измерении интенсивности прошедшего света.
- В. Уравнении Рэлея.
- Г. Уравнении Бугера-Ламбера-Бэра.

7. Метод ультрамикроскопии позволяет:

- А. Исследовать рельеф поверхности наночастицы.
- Б. Оценить кажущийся размер наночастиц.
- В. Наблюдать форму и определить поперечный размер наночастицы.
- Г. Произвести подсчет количества наночастиц в заданном объеме.

8. Уменьшение температуры плавления нанокластеров при уменьшении их размеров связано с:

- А. Увеличением доли поверхностных атомов.
- Б. Увеличением количества электронов проводимости.
- В. Изменением типа кристаллической решетки.
- Г. Уменьшением количества дефектов кристаллической решетки.

9. Мультиплетные комплексы – это:

- А. Группы атомов на поверхности катализатора.
- Б. Микроскопические участки на поверхности катализатора, разделенные энергетическими и геометрическими барьерами.
- В. Комплексные соединения, образующиеся за счет донорно-

акцепторных связей.

Г. Соединения, образующиеся между реагентами и отдельными атомами, находящимися на поверхности катализатора.

10. Селективность пористых катализаторов связана с:

А. Величиной удельной поверхности.

Б. Размерами зерен катализатора.

В. Соотношением размера пор и молекул реагентов.

Г. Количеством активных каталитических центров на поверхности.

Задача: Рассчитайте среднее квадратичное смещение частицы за 15 с по следующим данным: радиус частицы – 10^{-8} м, вязкость среды – $1,9 \cdot 10^{-7}$ Н*с/м², температура – 298 К.

Предполагается защита каждой правильно выполненной лабораторной работы, ИДЗ и РГЗ, которая осуществляется в форме **собеседования**, т.е. специальной беседе с обучающимся, что позволяет оценить объём его знаний.

Типовые вопросы для защиты лабораторных работ

№	Наименование лабораторной работы	Вопросы
1	Определение краевого угла смачивания твердых тел различными жидкостями	<ol style="list-style-type: none">1. Как классифицируются поверхностные явления?2. Понятие о поверхностном натяжении жидкости, чем оно обусловлено?3. Как изменяется поверхностное натяжение с температурой?4. Что называют смачиванием, адгезией, работой адгезии?5. Какова связь между работой адгезии и работой смачивания?6. Что такое краевой угол смачивания и каковы пределы его измерения?7. Что называют гидрофобизацией? Где в строительной практике применяют процессы гидрофобизации?8. Напишите уравнения равновесия капли жидкости на твердой поверхности.
2	Определение толщины адсорбционного гидратного слоя на поверхности твердых частиц	<ol style="list-style-type: none">1. Какие факторы оказывают влияние на поверхностные свойства ПАВ? И каким образом?2. Чем характеризуется адсорбционная способность?3. Назовите суть экспериментального правила Дюкло и Траубе? Для каких растворов ПАВ оно применимо?4. Какие параметры позволяют определить измерение поверхностной активности и адсорбции ПАВ?5. Как определяется толщина адсорбционного слоя?6. Каким образом можно оценить тип поверхностной пленки и ориентацию молекул ПАВ в адсорбционном слое?
3	Определение устойчивости коллоидной системы путем измерения дзета-потенциала	<ol style="list-style-type: none">1. Дайте определение двойного электрического слоя.2. Объясните физический смысл параметра «дзета-потенциал».3. Что следует понимать под устойчивостью коллоидной системы?4. Каков характер взаимосвязи дзета-потенциала и устойчивости коллоидной систем?
4	Изучение адсорбции ПАВ из раствора порошковыми материалами и определение их удельной поверхности	<ol style="list-style-type: none">1. Что представляют собой адсорбция, адсорбент, адсорбтив, предельная адсорбция?2. Опишите методику построения изотермы адсорбции из изотермы поверхностного натяжения.3. Напишите уравнение Бедкера-Фрейндлиха, укажите границы его применимости.4. Сформулируйте правило Ребиндера.5. Каково графическое решение уравнения Ленгмюра?
5	Определение удельной по-	<ol style="list-style-type: none">1. Что такое удельная поверхность?

	верхности и анализ структурных характеристик, определяемых методом БЭТ	<ol style="list-style-type: none"> 2. В чем заключается метод БЭТ? 3. Какой приборной базой реализуется метод БЭТ? 4. Что является логарифмической изотермой адсорбции?
6	Изучение поверхностных явлений на границе раздела фаз «твердое вещество – жидкость»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие явления наблюдаются при соприкосновении фаз на границе раздела? 2. Каковы особенности адсорбции на границе «твердое тело–жидкость»? 3. Как оценивают адгезию жидкости? 4. От чего зависит адгезионное взаимодействие? 5. Что такое когезия жидкости? 6. Каков физический смысл величины краевого угла смачивания?
7	Седиментационный анализ порошковых материалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое седиментация? 2. Какая величина может служить мерой кинетической устойчивости системы к седиментации? 3. Что такое диффузия? Как проявляется диффузия в коллоидных системах? 4. Как зависит коэффициент диффузии от размеров частиц? Как проявляется себя при наличии наночастиц? 5. Что такое диффузионно-седиментационное равновесие? Как можно определить размеры частиц в условиях диффузионно-седиментационного равновесия? 6. Напишите уравнение Стокса для седиментации, укажите физический смысл входящих в него величин.
8	Изучение фотокаталитической активности материалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое катализ? Его виды? 2. Особенности фотокатализа. 3. Что понимают под фотокаталитической активностью? 4. Как определяют фотокаталитическую активность? 5. Какие фотокаталитические соединения существуют? Какой из них самый эффективный? 6. Как влияет присутствие нанодисперсного диоксида титана на систему и ее фотокаталитическую активность? 7. Каков механизм каталитического разложения загрязнителей фотокатализатором? 8. При соблюдении каких условий материал может считаться фотокаталитическим?
9	Получение золя методом конденсации	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие методы получения золь вы знаете? В чем суть конденсационных методов? 2. На какие методы подразделяются конденсационные? 3. Что такое устойчивость дисперсных систем? Ее виды, дайте краткую характеристику. 4. Охарактеризуйте процесс «коагуляция». 5. Назовите и охарактеризуйте виды коагуляции. 6. Какие способы коагуляции вы знаете? В чем их суть? 7. Как определяется порог коагуляции?
10	Пенообразование в растворах ПАВ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы основные теории устойчивости пен? 2. Каков механизм действия пенообразователей? 3. Перечислите основные методы разрушения пен? 4. Какие факторы влияют на устойчивость пен? 5. Что представляют собой пеногасители?
11	Изучение реологических свойств материалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как классифицируются материалы по их реологическому поведению. 2. Дайте определение «ньютоновским» и «неньютоновским» жидкостям. 3. Дайте определение «тиксотропии». Какие жидкости и материалы относятся к тиксотропным? 4. Как проявляются тиксотропные свойства материалов? 5. Что такое петля гистерезиса? Как петля гистерезиса определяется количественно?

		6. Что позволяет оценить петля гистерезиса? 7. Опишите ход выполнения работы. Какие зависимости необходимо построить для определения реологического поведения материалов.
--	--	--

Типовые вопросы для защиты ИДЗ

1. Назовите основные термодинамические характеристики поверхности материалов.
2. Опишите фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Приведите примеры его применения.
3. Каким образом влияют на смачивание поверхностно-активные вещества?
4. Каким образом можно увеличить или уменьшить смачивание твердой поверхности?
5. Опишите энергетические параметры адсорбции.
6. Какова связь адгезии с краевым углом смачивания?
7. Зависимость термодинамической реакционной способности от дисперсности.
8. В чем заключается влияние дисперсности на температуру фазового перехода?

Типовые вопросы для защиты РГЗ

1. Перечислите основные свойства материалов, дайте краткую характеристику.
2. Представьте методику расчета состава рассматриваемого материала.
3. Необходимо ли корректировать методику расчета состава при наличии компонентом наноразмерного уровня? В случае необходимости, каким образом?
4. Что такое задание на проектирование состава материала?
5. Что входит в задание на проектирование состава материала?

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено (3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично), не зачтено (2 – неудовлетворительно).

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	Знание требований и порядка осуществления контроля проектирования строительных материалов и изделий

	Знание основ методологии и принципов выполнения исследовательской деятельности в сфере строительного материаловедения
	Знание методов и/или методик проведения исследований в сфере строительного материаловедения
	Знание основ физического и/или математического представления систем, объектов или процессов
	Знание теоретических и практических основ строительного материаловедения
Умение	Умение составлять задание на проектирование составов строительных материалов и изделий с учетом физико-химических особенностей сырьевых компонентов
	Умение формулировать цели исследования в сфере строительного материаловедения
	Умение применять методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения
	Умение применять теоретические основы физического и/или математического представления исследуемых систем, объектов или процессов с целью их дальнейшего изучения и применения
	Умение применять основы строительного материаловедения при проведении исследований
Владение	Владение навыками составления заданий и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий
	Владение навыками постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения
	Владение навыками рационального выбора методов и/или методик проведения исследований в сфере строительного материаловедения
	Владение навыками разработки физических и/или математических моделей исследуемых объектов
	Владение навыками проведения исследований в сфере строительного материаловедения

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
Знание требований и порядка осуществления контроля проектирования строительных материалов и изделий	Не знает требований и порядка осуществления контроля проектирования строительных материалов и изделий	Знает основные требования и порядок осуществления контроля проектирования строительных материалов и изделий, допускает грубые ошибки	Знает требования и порядок осуществления контроля проектирования строительных материалов и изделий, допускает незначительные ошибки	Знает требования и порядок осуществления контроля проектирования строительных материалов и изделий, может самостоятельно их использовать. Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Знание основ методологии и принципов выполнения исследовательской деятельности в сфере строительного материаловедения	Не знает основ методологии и принципов выполнения исследовательской деятельности в сфере строительного материаловедения	Знает основные положения методологии и принципы выполнения исследовательской деятельности в сфере строительного материаловедения, допускает грубые	Знает основы методологии и принципы выполнения исследовательской деятельности в сфере строительного материаловедения, допускает незначительные	Знает методологию и принципы выполнения исследовательской деятельности в сфере строительного материаловедения, может самостоятельно их использовать. Дает

		ошибки	ошибки	полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Знание методов и/или методик проведения исследований в сфере строительного материаловедения	Не знает методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения	Знает основные методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения, допускает грубые ошибки	Знает методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения, допускает незначительные ошибки	Знает методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения, может самостоятельно их использовать. Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Знание основ физического и/или математического представления систем, объектов или процессов	Не знает основ физического и/или математического представления систем, объектов или процессов	Знает основные положения физического и/или математического представления систем, объектов или процессов, допускает грубые ошибки	Знает основы физического и/или математического представления систем, объектов или процессов, допускает незначительные ошибки	Знает основы физического и/или математического представления систем, объектов или процессов, может самостоятельно их использовать. Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Знание теоретических и практических основ строительного материаловедения	Не знает теоретических и практических основ строительного материаловедения	Знает основные положения теоретических и практических основ строительного материаловедения, допускает грубые ошибки	Знает теоретические и практические основы строительного материаловедения, допускает незначительные ошибки	Знает теоретические и практические основы строительного материаловедения, может самостоятельно их использовать. Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы

Оценка сформированности компетенций по показателю умение__.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение составлять задание на проектирование составов строительных материалов и изделий с учетом физико-химических особенностей сырьевых компонентов	Не умеет составлять задание на проектирование составов строительных материалов и изделий с учетом физико-химических особенностей сырьевых компонентов	Умеет плохо составлять задание на проектирование составов строительных материалов и изделий, допускает грубые ошибки	Умеет правильно составлять задание на проектирование составов строительных материалов и изделий с учетом физико-химических особенностей сырьевых компонентов, допускает незначительные ошибки	Умеет правильно составлять задание на проектирование составов строительных материалов и изделий с учетом физико-химических особенностей сырьевых компонентов, свободно применяет знания на практике
Умение формулировать цели исследования в сфере строительного материаловедения	Не умеет формулировать цели исследования в сфере строительного материаловедения	Умеет плохо формулировать цели исследования в сфере строительного материаловедения, допускает грубые ошибки	Умеет правильно формулировать цели исследования в сфере строительного материаловедения, допускает незначительные ошибки	Умеет правильно формулировать цели исследования в сфере строительного материаловедения, свободно применяет знания на практике

				практике
Умение применять методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения	Не умеет применять методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения	Умеет плохо применять методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения, допускает грубые ошибки	Умеет правильно применять методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения, допускает незначительные ошибки	Умеет правильно применять методы и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения, свободно применяет знания на практике
Умение применять теоретические основы физического и/или математического представления исследуемых систем, объектов или процессов с целью их дальнейшего изучения и применения	Не умеет применять теоретические основы физического и/или математического представления исследуемых систем, объектов или процессов	Умеет плохо применять теоретические основы физического и/или математического представления исследуемых систем, объектов или процессов, допускает грубые ошибки	Умеет правильно применять теоретические основы физического и/или математического представления исследуемых систем, объектов или процессов допускает незначительные ошибки при дальнейшем их изучении и применении	Умеет правильно применять теоретические основы физического и/или математического представления исследуемых систем, объектов или процессов с целью их дальнейшего изучения и применения
Умение применять основы строительного материаловедения при проведении исследований	Не умеет применять основы строительного материаловедения при проведении исследований	Умеет плохо применять основы строительного материаловедения при проведении исследований, допускает грубые ошибки	Умеет правильно применять основы строительного материаловедения при проведении исследований, допускает незначительные ошибки	Умеет правильно применять основы строительного материаловедения при проведении исследований, свободно применяет знания на практике

Оценка сформированности компетенций по показателю владение.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками составления заданий и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий	Не владеет навыками составления заданий и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий	Слабо владеет навыками составления заданий и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий, допускает грубые ошибки	Владеет навыками составления заданий и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий, допускает незначительные ошибки	Свободно владеет навыками составления заданий и контроля результатов проектирования составов строительных материалов и изделий
Владение навыками постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения	Не владеет навыками постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения	Слабо владеет навыками постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения, допускает грубые ошибки	Владеет навыками постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения, допускает незначительные ошибки	Свободно владеет навыками постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения
Владение навыками рационального выбора методов и/или методик	Не владеет навыками выбора методов и/или методик проведения исследова-	Слабо владеет навыками выбора методов и/или методик проведения	Владеет навыками рационального выбора методов и/или методик проведе-	Свободно владеет навыками рационального выбора методов и/или ме-

проведения исследований в сфере строительного материаловедения	дований в сфере строительного материаловедения	исследований в сфере строительного материаловедения, допускает грубые ошибки	ния исследований в сфере строительного материаловедения, допускает незначительные ошибки	тодик проведения исследований в сфере строительного материаловедения
Владение навыками разработки физических и/или математических моделей исследуемых объектов	Не владеет навыками разработки физических и/или математических моделей исследуемых объектов	Слабо владеет навыками разработки физических и/или математических моделей исследуемых объектов, допускает грубые ошибки	Владеет навыками разработки физических и/или математических моделей исследуемых объектов, допускает незначительные ошибки	Свободно владеет навыками разработки физических и/или математических моделей исследуемых объектов
Владение навыками проведения исследований в сфере строительного материаловедения	Не владеет навыками проведения исследований в сфере строительного материаловедения	Слабо владеет навыками проведения исследований в сфере строительного материаловедения, допускает грубые ошибки	Владеет навыками проведения исследований в сфере строительного материаловедения, допускает незначительные ошибки	Свободно владеет навыками проведения исследований в сфере строительного материаловедения

5.5. Примеры теоретических заданий оценочных средств для проведения профессионального экзамена для студентов «Вход в профессию»

Спецификация примеров заданий для теоретической части профессионального экзамена для студентов «Вход в профессию»

Знания, умения в соответствии с требованиями к квалификации, на соответствие которым проводится оценка квалификации	Критерии оценки квалификации	Тип и N задания
1	2	3
C/02.7 Организация разработки и оптимизации рецептур бетонных и растворных смесей с наноструктурирующими компонентами		
Требования стандартов и технических условий по производству бетонов к сырьевым материалам и наноструктурирующим компонентам	На основе нормативной документации составляет задание по подбору состава	Задание закрытого типа 1

Задание 1

Выберите и обведите все верные варианты ответа.

Заводской лаборатории необходимо подобрать состав ячеистого фибробетона с наномодификатором – кремнезолом.

В задании по подбору состава должны содержаться следующие данные:

1. марка или активность цемента при испытании по ГОСТ 310.4;
2. водотвердое отношение (В/Т);
- 3 отношение кремнеземистого компонента к вяжущему по массе в ячеистобетонной смеси;
- 4 проектная прочность ячеистого фибробетона в конструкции на осевое растяжение в заданные сроки;
5. проектная прочность при сжатии в возрасте 28 суток;
6. коэффициент трещиностойкости;
7. временное сопротивление фибры разрыву;
8. длина фибры;
9. пористость ячеистого бетона;
10. толщина формуемого слоя ячеистого фибробетона;
11. требования к текучести - диаметр расплыва смеси по Суттарду;
12. температура смеси;
13. удельный объем сухой смеси;
14. расход газообразователя или водного раствора пенообразователя на замес;
15. кратность пены.

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 занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УКЗ, №103	– Специализированная мебель. – Технические средства обучения: ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, электронная интерактивная доска Hitachi.
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля УКЗ, №027	– Специализированная мебель – Лабораторная посуда – Горсионные весы – Сталагмометр – Весы аналитические – Мерная пипетка – Воронка коническая – Мешалка роторная
3	Учебно-научная лаборатория синтеза и исследований материалов № 105	– Ротационный вискозиметр Rheotest RN4.19
4	Центр высоких технологий (ЦВТ) БГТУ им. В.Г. Шухова	– Прибор KRUSSDSA30 – Тензиометр процессорный K100 – Прибор SoftSorbi-II ver.1.0 – Лазерный анализатор Zetatrac
5	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	– Специализированная мебель. – Технические средства обучения: проекционный экран, проектор, компьютерная техника, подключенная к сети Internet и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
6	Методический кабинет	– Специализированная мебель. – Технические средства обучения: мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук с доступом в Internet

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

1.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Физическая химия наноструктурированных материалов: методические указания к выполнению лабораторных работ, индивидуального домашнего задания и расчетно-графического задания для студентов направления подготовки 08.04.01 – Строительство / сост. М.Н. Сивальнева, Ю.Н. Огурцова, Д.Д. Нецвет, Н.И. Кожухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 72 с.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебник для вузов / Ю.Г. Фролов. – 3-е изд., стер. испр. – Москва: Альянс, 2004. – 462 с.
3. Семериков И.С. Физическая химия строительных материалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / И.С. Семериков, Е.С. Герасимова. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 204 с. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/68308.html>
4. Илюшин В.А. Физикохимия наноструктурированных материалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.А. Илюшин. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 107 с. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/45188.html>
5. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов [Электронный ресурс]. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
6. Поленов Ю.В. Физико-химические основы нанотехнологий: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Ю.В. Поленов, М.В. Лукин, Е.В. Егорова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.- Иваново, 2013. – 196 с.
7. Верещагина Я.А. Физическая химия наноматериалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / Я.А. Верещагина. – Казань: Казан. ун-т, 2016. – 120 с.
8. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: учебник для хим. спец. Вузов [Электронный ресурс] / под редакцией А.Г. Стромберга. –М.: Высшая школа, 2001. – 527 с.
9. Григорьева Л.С. Физическая химия: учебное пособие [Электронный ресурс] / Л.С. Григорьева, О.Н. Трифонова. – Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. — 149 с. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/26215.html>.

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

1. Электронно-библиотечная система «Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Химический каталог. – Режим доступа: <http://www.ximicat.com/>
4. Сайт о химии ХиМиК. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/>