

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.
« 15 »  2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Уваров В.А.
« 22 »  2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Физикохимия ультрадисперсных систем и наноматериалов

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

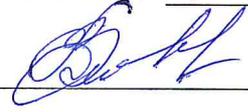
Рабочая программа составлена на основании требований:

- 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 » апрель 2021 г., протокол № 4

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

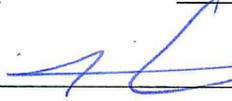
Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
материаловедения и технологии материалов

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

« 12 » апрель 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 22 » апрель 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: методики подбора состава материала в зависимости от требуемых физико-механических свойств</p> <p>Уметь: рассчитывать 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 анализа химического состава и структуры композиционных материалов</p> <p>Уметь: анализировать химический состав и структуру композиционных материалов;</p> <p>Владеть: навыками 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: проводить анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры</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	Термодинамические основы механохимии нанодисперсных систем
6	Учебная 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	Дисперсные и ультрадисперсные системы	4			5
2	Поверхность раздела фаз и капиллярные явления	4		4	10
3	Молекулярно-кинетические свойства ультрадисперсных и наносистем	4		6	14
4	Процессы адсорбции и десорбции в ультрадисперсных и наносистемах	4		6	14
5	Электрические свойства дисперсных, ультрадисперсных и наносистем	4		6	14
6	Устойчивость дисперсных систем	4		4	10
7	Физико-химическая механика	4			6
8	Современные наноматериалы: классификация, структура, свойства, характеристики	6		8	16
	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	Поверхность раздела фаз и капиллярные явления	Изучение методов определения поверхностного натяжения жидкостей и поверхностной энергии твердых тел	4	10
2	Молекулярно-кинетические свойства ультрадисперсных и наносистем	Седиментация и диффузия в дисперсных системах.	6	14
3	Процессы адсорбции и десорбции в ультрадисперсных и	Адсорбция на поверхности твердых тел. Измерение удельной поверхности материалов методом БЭТ.	6	14

	наносистемах			
4	Электрические свойства дисперсных, ультрадисперсных и наносистем	Электрокинетические явления: электрофорез, электрофорез, электроосмос. Строение мицелл гидрофобных золей.	6	14
5	Устойчивость дисперсных систем	Получение дисперсных систем. Устойчивость коллоидных растворов.	4	10
6	Современные наноматериалы: классификация, структура, свойства, характеристики	Методы исследования наноматериалов: исследование размерных характеристик, исследование поверхности, определение фазового состава.	8	16
	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 «Физикохимия ультрадисперсных систем и наноматериалов».

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 материала	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 понятия коллоидной химии. Классификация дисперсных систем.

2. Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностное натяжение жидкостей и поверхностная энергия твердых тел. Смачивание, растекание. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей и удельной свободной поверхностной энергии твердых тел.

3. Капиллярные явления. Влияние кривизны поверхности на равновесие фаз. Закон Лапласа, уравнение Томсона.

4. Седиментация и диффузия в дисперсных системах. Броуновское движение. Методы дисперсионного анализа.

5. Основы термодинамики адсорбции. Уравнение Гиббса. Причины и механизм адсорбции. Самоорганизация в адсорбционных слоях. Поверхностно-активные вещества. Адсорбция на границе жидкость-газ. Адсорбция на твердых поверхностях.

6. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос. Строение двойного электрического слоя, коагуляция. Строение мицелл гидрофобных зольей.

7. Седиментационная, агрегативная устойчивость. Факторы стабилизации дисперсных систем. Теория устойчивости ионностабилизированных коллоидных

систем – теория ДЛФО. Стабилизирующее действие структурно-механического барьера и двойных диффузионных слоев ионов. Коагуляция.

8. Способы описания механических свойств. Основы реологии.

9. Структурообразование в дисперсных системах.

10. Коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Кристаллизация, синерезис. Диффузия в гелях. Реологические свойства дисперсных систем.

11. Прочность твердых тел. Адсорбционное понижение прочности твердых тел. Эффект Ребиндера.

12. Структурно-механические свойства сыпучих материалов.

13. Систематика и дизайн наноматериалов.

14. Классификация функциональных неорганических наноматериалов по составу, структуре, свойствам и областям применения. Структурная иерархия наноматериалов.

15. Физико-химические принципы конструирования новых материалов. Особенности создания наноматериалов на основе диссипативных структур.

16. Дисперсные и ультрадисперсные материалы. Эволюция от молекул к материалам.

17. Наноструктуры, нанокомпозиты и нанореакторы.

18. Фрактальные модели дисперсных и ультрадисперсных систем.

19. Новые технологии получения наноматериалов, основанные на синергетике химического и физического воздействия.

20. Использование кластерных и ультрадисперсных материалов и нанокомпозитов.

21. Принципы получения наноматериалов. Основные методы синтеза наноматериалов.

22. Методы исследования наноматериалов. Физико-химические свойства наноматериалов.

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.	Изучение методов определения поверхностного натяжения жидкостей и поверхностной энергии твердых тел	Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностное натяжение жидкостей и поверхностная энергия твердых тел. Смачивание, растекание. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей и удельной свободной поверхностной энергии твердых тел. Капиллярные явления. Влияние кривизны поверхности на

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		равновесие фаз. Закон Лапласа, уравнение Томсона.
2.	Седиментация и диффузия в дисперсных системах.	Седиментация и диффузия в дисперсных системах. Броуновское движение. Методы дисперсионного анализа.
3.	Адсорбция на поверхности твердых тел. Измерение удельной поверхности материалов методом БЭТ.	Основы термодинамики адсорбции. Причины и механизм адсорбции. Самоорганизация в адсорбционных слоях. Поверхностно-активные вещества. Адсорбция на границе жидкость-газ. Адсорбция на твердых поверхностях.
4.	Электрокинетические явления: электрофорез, электрофорез, электроосмос. Строение мицелл гидрофобных золей.	Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос. Строение двойного электрического слоя, коагуляция. Строение мицелл гидрофобных золей.
5.	Получение дисперсных систем. Устойчивость коллоидных растворов.	Седиментационная, агрегативная устойчивость. Факторы стабилизации дисперсных систем. Теория устойчивости ионно-стабилизированных коллоидных систем – теория ДЛФО. Стабилизирующее действие структурно механического барьера и двойных диффузионных слоев ионов. Коагуляция.
6.	Методы исследования наноматериалов: исследование размерных характеристик, исследование поверхности, определение фазового состава.	Диагностика наноматериалов. Исследование размерных характеристик. Определение элементного состава. Определение фазового состава. Исследования поверхности. Зондовая локальная микроскопия и спектроскопия. СТМ, СТС, МСМ, АСМ, ближнепольная зондовая микроскопия. Радиоспектроскопия наносистем (ЯМР, ЭПР). Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия. Адсорбционная и эмиссионная МС. Рэлеевское рассеяние мессбауэровского излучения. Временная МС резонансного рассеяния вперед. Неупругое ядерное резонансное рассеяние.

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	Знание методик подбора состава материала в зависимости от требуемых физико-механических свойств Знание методов анализа химического состава и структуры композиционных материалов Знание технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов
Умения	Умение рассчитывать состав материалов, их физико-механические

	<p>свойства</p> <p>Умение анализировать химический состав и структуру композиционных материалов</p> <p>Умение проводить анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры</p>
Владения	<p>Владение навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств</p> <p>Владение навыками анализа химического состава и структуры композиционных материалов</p> <p>Владение навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры</p>

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 методик подбора состава материала в зависимости от требуемых физико-механических свойств	Не знает методики подбора состава материала в зависимости от требуемых физико-механических свойств	Знаком с методиками подбора состава материала в зависимости от требуемых физико-механических свойств, применяет при помощи преподавателя	Может назвать методики подбора состава материала в зависимости от требуемых физико-механических свойств, применяет на практике при помощи преподавателя	Знает методики подбора состава материала в зависимости от требуемых физико-механических свойств
Знание методов анализа химического состава и структуры композиционных материалов	Не знает методов анализа химического состава и структуры композиционных материалов	Может назвать методы анализа химического состава и структуры композиционных материалов, но допускает ошибки в определениях	Знает методы анализа химического состава и структуры композиционных материалов, применяет на практике при помощи преподавателя	Знает методы анализа химического состава и структуры композиционных материалов
Знание технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов	Не знает технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов	Может назвать технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов, но допускает ошибки в определениях	Знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов, применяет на практике при помощи преподавателя	Знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение рассчитывать состав материалов,	Не умеет рассчитывать состав материалов,	Имеет общие представления о расчете состава	Может с небольшой помощью	Умеет самостоятельно рассчитывать

их физико-механические свойства	их физико-механические свойства	материалов, их физико-механических свойств, допускает ошибки.	рассчитать состав материалов, их физико-механические свойства	состав материалов, их физико-механические свойства
Умение анализировать химический состав и структуру композиционных материалов	Не умеет анализировать химический состав и структуру композиционных материалов	Имеет общие представления об при анализе химического состава и структуры композиционных материалов	Имеет незначительные трудности при анализе химического состава и структуры композиционных материалов	Умеет самостоятельно анализировать химический состав и структуру композиционных материалов
Умение проводить анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	Не умеет проводить анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	Имеет общие представления об анализе зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	Может с небольшой помощью проводить анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	Умеет самостоятельно проводить анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств	Не владеет навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств	В низкой степени владеет навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств	Может с небольшими затруднениями провести моделирование состава материалов, их физико-механических свойств	Свободно владеет навыками моделирования состава материалов, их физико-механических свойств
Владение навыками анализа химического состава и структуры композиционных материалов	Не владеет навыками анализа химического состава и структуры композиционных материалов	В низкой степени владеет навыками анализа химического состава и структуры композиционных материалов	Может с небольшими затруднениями провести анализ химического состава и структуры композиционных материалов	Свободно владеет навыками анализа химического состава и структуры композиционных материалов
Владение навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их	Не владеет анализом зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их	В низкой степени владеет навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их	Может с небольшими затруднениями провести анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных	Свободно владеет навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их

состава и структуры.	структуры.	состава и структуры.	материалов от их состава и структуры.	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, №025 (Лаборатория механоактивационных процессов)	Специализированная мебель; мельница лабораторная роторная, мельница дисковая вибрационная ИВ-1, мельница шаровая 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-16Е3), 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 Сутгарда 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	Специализированная мебель; компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду; растровый

	синтеза и исследований материалов	электронный микроскоп TESCAN MIRA 3 LMU, напылительная настольная установка Q150T ES Quorum Technologies, прибор ИК-спектрометр VERTEX 70, рентгенофлуоресцентный спектрометр ARL9900 Intellipower Workstation, дериватограф MOM, лазерный анализатор частиц Zetatracs, Microtrac (США), прибор ПСХ-12, прибор SoftSorb-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 "AC-L4", анализатор спектра звуковой прецизионный 4-канальный, калибратор акустический АК-1000, устройство перемешивающее ПЭ-8300.
6.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации УК №3, №027 (Лаборатория синтеза и исследований высокомолекулярных систем)	Специализированная мебель; весы лабораторные 6001, мешалка магнитная с 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 РТФ 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) Поленов, Ю.В. Физико-химические основы нанотехнологий: учеб. пособие / Ю.В.Поленов, М.В.Лукин, Е.В. Егорова. – Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2013. – 196 с.

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

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

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

5) Нелюбова, В.В. Физикохимия ультрадисперсных систем и наноматериалов: методические указания к выполнению лабораторных работ и индивидуального домашнего задания для студентов направления 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» профиль «Материаловедение и технологии композиционных материалов» / В.В. Нелюбова, Д.О. Бондаренко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 40 с.

6) 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.

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

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

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