

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.
«29» апреля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Современные проблемы и методы нанотехнологий

Направление подготовки:

28.04.03 Наноматериалы

Профиль программы:

**Наноструктурированные композиты
строительного и специального назначения**

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 28.04.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 966 от 22 сентября 2017 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.


Составитель: к.т.н., доц.  (Л.Н. Бозман)

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 № 10

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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5 Способен использовать инструментальный формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	ОПК-5.2 Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Знать: основы информационной безопасности Уметь: применять требования информационной безопасности в профессиональной деятельности Владеть: навыками выбора безопасных информационных ресурсов и использования безопасного программного обеспечения для решения профессиональных задач
	ОПК-6 Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности	ОПК-6.1 Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников	Знать: принципы расчета длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников Уметь: применять нормативные справочники для расчета длительности выполнения технологических операций Владеть: навыками расчета длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников
		ОПК-6.2. Оценивает по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	Знать: критерии технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности Уметь: применять критерии технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды Владеть: навыками оценки технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-5. Способен использовать инструментальный формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Информационные технологии в науке и технике
2.	Методология научных исследований

3.	Современные проблемы и методы нанотехнологий
4.	Компьютерное моделирование материалов и процессов их получения
5.	Защита интеллектуальной собственности и коммерциализация разработок

2. Компетенция ОПК-6. Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Философские проблемы науки и техники
2	Современные проблемы и методы нанотехнологий
3	Производственная безопасность и охрана труда на предприятиях nanoиндустрии

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часа.

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	36	36
лекции	17	17
лабораторные		
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	36	36
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	36	36
Экзамен	3	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

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. Введение в нанотехнологию					
	Общие сведения о нанотехнологии. Положение нанобъектов на шкале размеров. Особенности получения наноразмерных объектов. Почему освоение наномира может быть так полезно для человечества. Нанотехнологии внутри и снаружи нас. Области использования нанотехнологий. Классификация. Мировые тенденции развития.	3	2	–	10
2. Инструменты и методы нанотехнологий					
	Микроскопия. Виды микроскопии (оптическая, электронная, сканирующая), преимущества и недостатки, области использования. Электронная микроскопия. Виды электронных микроскопов (ТЭМ, РЭМ, РТЭМ, ЗЭМ). Принцип действия РЭМ. Применение РЭМ для изучения объектов на наноуровне. Сканирующая микроскопия. Туннельный эффект. Туннельный сканирующий микроскоп. Принцип действия. Режимы работы ТСМ. Разновидности ТСМ. Применение ТСМ при исследовании нанобъектов. Преимущества и недостатки ТСМ. Атомарное взаимодействие. Атомный силовой микроскоп. Принцип действия. Виды АСМ. Наноиндентирование. Сущность процесса. Область применения. Нановесы. Принцип действия.	4	11	–	30
3. Получение и свойства нанобъектов					
	Моделирование наноструктур (обзор). Механосинтез и нанофабрика. Особенности получения наноструктур. Методы получения наноструктур: электрохимические методы, получение наночастиц путем диспергирования, механохимический синтез. Групповые методы получения наноструктур.	4	2	–	14
	Свойства нанобъектов. Общая характеристика. Нанохимия. Классификация частиц. Электронное и геометрическое строение наноструктур. Организация нанотехнологического производства. Возможности ускорения внедрения нанотехнологий.				
4. Нанотехнологии вокруг нас					
	Примеры товаров, созданных с использованием нанотехнологий и причины их уникальных свойств. Нанокompозитные материалы. Применение наноматериалов. Общая характеристика. Конструкционные, инструментальные и триботехнические материалы. Наноматериалы со специальными физическими и физико-химическими свойствами.	6	2	–	20
	Материалы строительного и специального назначения на основе наноструктурированных вяжущих негидратационно-				

	го типа твердения.				
	Использование нанотехнологических приемов при регулировании процессов производства портландцементного клинкера и воздушных вяжущих (известки и гипса).				
	Развитие нанотехнологий в мировом масштабе. Развитие нанотехнологий в странах Европы, США, Японии. Последствия внедрения нанотехнологий: социальные, экономические. Изменения в системе образования и подготовки научных кадров. Нанотехнология и развитие наук о жизни. Проблемы коммерциализации нанотехнологических исследований.				
	ВСЕГО	17	17		74

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 3				
1	Введение в нанотехнологию	Применение нанотехнологий в различных отраслях промышленности	2	2
2	Инструменты и методы нанотехнологий	Анализ спектров рентгеновской дифракции различных материалов	3	3
3		Исследование структуры наноматериалов с использованием оптической микроскопии	2	2
4		Изучение структуры наноматериалов с использованием электронной микроскопии.	2	2
5		Исследование объектов с использованием ИК-спектроскопии	2	2
6		Принцип действия и устройство растрового электронного микроскопа TESCAN MIRA 3 LMU	2	2
7		Получение и свойства нанообъектов	Принцип действия и устройство приборов для измерения текстурных характеристик материалов серии Sorbi	2
8	Нанотехнологии вокруг нас	Наноматериалы со специальными свойствами	2	2
ИТОГО			17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-5.2 Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	защита практической работы, зачет

2. Компетенция ОПК-6. Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-6.1 Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников	защита практической работы, зачет
ОПК-6.2. Оценивает по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	защита практической работы, зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в нанотехнологию	Перечислите основные методы получения наноматериалов.
2		Дайте вывод формулы для расчета числа атомов (молекул) в критическом зародыше.
3		Перечислите достоинства и недостатки высокоэнергетического измельчения, механохимического и плазмохимического способа.
4		Дать общую характеристику структуры наноматериала.

		лов.
5	Инструменты и методы нанотехнологий	Выведите соотношения, описывающие зависимость общей доли поверхностей раздела, а также долей межзеренных границ и тройных стыков от размера кристаллитов.
6		Какие факторы определяют ширину рентгеновских пиков?
7		Опишите основные типы дефектов в наноматериалах.
8		Могут ли быть наноматериалы бездефектными?
9		Каковы особенности поверхностей раздела в наноматериалах.
10		Приведите пример ДНК-наноматериала
11		Дайте общую характеристику тубулярных и луковичных наноструктур.
12		В чем достоинства и недостатки технологии пленок и покрытий как метода изготовления наноматериалов.
13		Охарактеризуйте основные методы получения нанокристаллических полупроводников.
14		Каковы механизмы роста пленок из пара.
15		В чем особенности получения гибридных, пористых и супрамолекулярных наноматериалов
16		Охарактеризуйте методы получения углеродных наноструктур.
17		Охарактеризуйте методы самосборки наноструктур.
18		Каковы особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах
19		В чем суть квантовых размерных эффектов?
20		Как формируются наноструктуры с квантовыми точками?
21		Охарактеризуйте квантовые стенки, проволоки и точки.
22		Приведите примеры и объясните влияние размерных эффектов на электронную структуру наноматериалов.
23		Перечислите основные факторы, влияющие на неравновесное состояние наноматериалов.
24		Охарактеризуйте влияние размера кристаллитов на электрические свойства наноматериалов.
25		Охарактеризуйте магнитные свойства наноматериалов.
26		Как меняется прочность, твердость и пластичность при уменьшении размера зерна? Охарактеризуйте явление сверхпластичности в наноматериалах.
27		Получение и свойства нанообъектов
28	Приводите примеры и объясните природу наличия метастабильных фаз в наноматериалах. Какова роль те-	

		ромдинамического и кинетического факторов.
29		Охарактеризуйте особенности фазовых превращений в наноструктурах.
30		Каковы особенности фононного спектра и тепловых свойств наноматериалов.
31		Как изменяется теплоемкость наноматериалов в зависимости от размера кристаллитов.
32		Как влияет размер кристаллитов на коэффициент термического расширения и температуру плавления наноматериалов.
33		Охарактеризуйте проявление ползучести и сверхпластичности в наноматериалах.
34		Приведите примеры влияния размерных эффектов на реакционную способность и каталитическую активность наноматериалов.
35		Как влияет размер зерна на фазовую устойчивость нанокристаллических сплавов?
36	Нанотехнологии вокруг нас	Охарактеризуйте основные пути использования наноматериалов в машиностроении.
37		В чем состоят трудности использования порошковых консолидированных материалов?
38		Опишите основные области применения нанопористых материалов.
39		В чем заключаются особенности применения катализаторов как одного из типов наноматериалов?
40		Назовите основные области применения магнитных наноматериалов?
41		Для чего и как разрабатываются материалы с высокой электропроводностью и прочностью?

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

Учебным планом не предусмотрено.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра на практических занятиях при выполнении различных заданий.

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
1.	Применение нанотехнологий в различных отраслях промышленности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные классы наноматериалов и нанотехнологий. 2. Классификация и основные виды наноматериалов. 3. Социально-экономические последствия развития материалов и методов нанотехнологий.
2.	Анализ спектров рентгеновской дифракции различных материалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность дифракции рентгеновских лучей. 2. Какими способами ведется подготовка образцов? 3. Методика расшифровки рентгенограмм, полученных на дифрактометре. 4. Основы качественного анализа. 5. Что такое чувствительность рентгеновского метода и оценка этой величины?
3.	Исследование структуры наноматериалов с использованием оптической микроскопии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы основные характеристики оптических систем микроскопов? 2. Что понимают под разрешением микроскопа? 3. Метод светлого поля. 4. Метод темного поля. 5. Метод фазового контраста 6. Метод интерференционного контраста
4.	Изучение структуры наноматериалов с использованием электронной микроскопии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перспективы развития техники электронной микроскопии. 2. Сущность метода электронной микроскопии. 3. Физические основы электронной микроскопии. 4. Каков принцип работы электронных микроскопов? 5. Виды электронных микроскопов.
5.	Исследование объектов с использованием ИК-спектроскопии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое ИК-спектроскопия? 2. Что представляет собой инфракрасный спектр материала? 3. О чем свидетельствует интенсивность полос в спектре? 4. Опишите процесс анализа образца (оптическая схема прибора). 5. Перечислите методы подготовки жидкостей для съемки. 6. Перечислите методы подготовки порошков и рыхлых твердых образцов для съемки. 7. Перечислите действия, необходимые для съемки материала.
6.	Принцип действия и устройство растрового электронного микроскопа TESCAN MIRA 3 LMU	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какое назначение имеют основные конструктивные элементы РЭМ? 2. Объясните принципиальную схему РЭМ. 3. Какие задачи можно решать с помощью РЭМ? Его основные параметры. 4. Объясните устройство и принцип действия электромагнитной линзы. 5. В чём преимущество растровой электронной микроскопии по сравнению с оптической микроскопией? 6. Какие используются детекторы? Для чего используется каждый из них?

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
7.	Принцип действия и устройство приборов для измерения текстурных характеристик материалов серии Sorbi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какая идея положена в основу метода БЭТ? 2. В чем состоят характерные особенности приборов серии Sorbi? 3. Опишите суть метода БЭТ. 4. Какие факторы ограничивают точность метода измерения и прибора соответственно? 5. Существуют ли ограничения к материалам, удельная поверхность которых измеряется? 6. Какие другие характеристики материала можно определить, зная значение величины его удельной поверхности?
8.	Наноматериалы со специальными свойствами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Функциональные наноматериалы неорганической и органической природы. 2. Конструкционные наноматериалы неорганической и органической природы. 3. Магнитные наноматериалы. 4. Особенности порошковых консолидированных наноматериалов.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	основы информационной безопасности
	принципы расчета длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников
	критерии технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности
Умения	применять требования информационной безопасности в профессиональной деятельности
	применять нормативные справочники для расчета длительности выполнения технологических операций
	применять критерии технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды
Владение	навыками выбора безопасных информационных ресурсов и использования безопасного программного обеспечения для решения профессиональных задач
	навыками расчета длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников
	навыками оценки технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Знание основ информационной	Знает основы информационной безопасности	Не знает основы информационной безопасности

безопасности		
Знание принципов расчета длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников	Знает принципы расчета длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников	Не знает принципы расчета длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников
Знание критерии технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности	Знает не менее двух ресурсов получения патентной информации	Не знает ресурсов получения патентной информации

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Умение применять требования информационной безопасности в профессиональной деятельности	Самостоятельно или с дополнительной помощью умеет применять требования информационной безопасности в профессиональной деятельности	Не умеет применять требования информационной безопасности в профессиональной деятельности
Умение применять нормативные справочники для расчета длительности выполнения технологических операций	Самостоятельно или с дополнительной помощью умеет применять нормативные справочники для расчета длительности выполнения технологических операций	Не умеет применять нормативные справочники для расчета длительности выполнения технологических операций
Умение применять критерии технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	Самостоятельно или с дополнительной помощью умеет применять критерии технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	Не умеет применять критерии технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды

Оценка сформированности компетенций по показателю Владение

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Владение навыками выбора безопасных информационных ресурсов и использования безопасного программного обеспечения для решения профессиональных задач	Самостоятельно или с дополнительной помощью производит выбор безопасных информационных ресурсов и использования безопасного программного обеспечения для решения профессиональных задач	Не владеет навыками выбора безопасных информационных ресурсов и использования безопасного программного обеспечения для решения профессиональных задач
Владение навыками расчета длительности выполнения	Владение навыками расчета длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных	Не владеет Владение навыками расчета длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных

технологических операций с использованием нормативных справочников	справочников	справочников
Владение навыками оценки технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	Самостоятельно или с дополнительной помощью проводит оценку технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	Не владеет навыками технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды

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 практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УКЗ, №107	– Специализированная мебель. – Технические средства обучения: ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, проектор, проекционный экран.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4.	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

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

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Строкова, В.В. Наносистемы в строительном материаловедении [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению – Стр-во / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова; БГТУ им. В.Г. Шухо-

ва. – Электрон. текстовые дан. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM): ил., фото.цв. – Загл. с титул. экрана. – (в конв.): Б. ц

2. Минько, Н.И. Методы получения и свойства нанообъектов: учебное пособие / Н.И. Минько, В.В. Строкова, И.В. Жерновский, В.М. Нарцев. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007 – 148 с.

3. Нанотехнологии и специальные материалы: учебное пособие / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, С.А. Вологжанина, А.П. Петкова; под ред. Ю.П. Солнцева. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2020. – 336 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98343>

4. Пул, Ч. Нанотехнологии: учеб. пособие: пер. с англ. / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – 2-е изд., доп. – Москва: Техносфера, 2005. – 334 с. – (Мир материалов и технологий).

5. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – Изд. 2-е, испр. – Москва: Физматлит, 2007. – 414 с.

6. Фостер, Линн Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности: монография / Линн Фостер; перевод А. Хачояна. – Москва: Техносфера, 2008. – 352 с. – ISBN 978-5-94836-161-1. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/13282.html>

7. Суздаев И.П. Нанотехнология. Физико-химия наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – М.: КомКнига, 2006 – 589 с. – (Синергетика: от прошлого к будущему).

8. Шабанова, Н.А. Химия и технология нанодисперсных оксидов: учеб. пособие / Н.А. Шабанова, В.В. Попов, П.Д. Саркисов. – М.: Академкнига, 2007. – 309 с.

9. Дьячков, П.Н. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применения / П.Н. Дьячков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 293 с.

10. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы: учеб. пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 365 с.

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

1. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова, <https://elib.bstu.ru/>

2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

3. Электронно-библиотечная система «Book On Lime» <https://bookonlime.ru/>

4. Электронный архив открытого доступа БГТУ им. В. Г. Шухова <http://dspace.bstu.ru/>

5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>

6. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>