

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых  
и пищевых производств»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

### М.1.3.2.1 Нanomатериалы в технологии композитов и покрытий

направления подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Профиль «Химическая технология композиционных материалов и покрытий»

форма обучения – очная  
курс – 2  
семестр – 3  
зачетных единиц – 3  
часов в неделю – 2  
всего часов – 108  
в том числе: лекции – 16  
практические занятия – нет  
лабораторные занятия – 16  
самостоятельная работа – 76  
зачет – нет  
экзамен – 3 семестр  
РГР – нет  
курсовая работа – 3 семестр  
курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры ТОХП

20.06.2022 года, протокол №10

Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена  
на заседании УМКН направления ХМТН

27.06.2022 года, протокол №5

Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

### **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины: ознакомление с особенностями свойств материалов в наноструктурированном состоянии, методами их получения и исследования, формирование представлений о современных достижениях в области нанотехнологий и перспективах их практического использования.

Задачи изучения дисциплины: получить фундаментальные знания о физических эффектах, присущих материалам в наноструктурированном состоянии, о строении и свойствах нанодисперсных тел (порошков) и компактных твердых тел с нанометровым размером основных структурных элементов – зерен и частиц фаз, о методах получения и диагностики наноматериалов.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина М.1.3.2.1 Наноматериалы в технологии композитов и покрытий включена в вариативную часть учебного плана ОПОП подготовки магистров по направлению 18.04.01 «Химическая технология».

Для освоения данной дисциплины необходимо знание физики, общей и неорганической химии, физической и коллоидной химии бакалаврской подготовки, а также дисциплин «Инструментальные методы исследования в химической технологии», «Структура и свойства композитов», «Приоритетные электрохимические технологии», «Инновационные технологии получения полимерных композиционных материалов» подготовки магистранта по направлению 18.04.01 «Химическая технология».

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции:

ПК-3 - способен осуществлять организационно-методическое и научно-техническое руководство работами по комплексному контролю производства наноструктурированных композиционных материалов.

Студент должен знать:

методологические подходы к разработке технологии получения наноструктурированных композиционных материалов.

Студент должен уметь:

планировать экспериментальные работы, получения наноструктурированных материалов и интерпретации их свойств;

Студент должен владеть:

профессиональными знаниями и практическими навыками руководства работами по комплексному контролю производства наноструктурированных композиционных материалов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ПК-3 - способен осуществлять организационно-методическое и научно-техническое руководство работами по комплексному контролю производства наноструктурированных композиционных материалов.	<b>ИД-1<sub>ПК-3</sub></b> Способен изучать свойства и контролировать получение наноструктурированных композиционных материалов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<b>ИД-1<sub>ПК-3</sub></b> Способен изучать свойства и контролировать получение наноструктурированных композиционных материалов	<p><b>Знать:</b> методологические подходы к разработке технологии получения наноструктурированных композиционных материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> планировать экспериментальные работы, получения наноструктурированных материалов и интерпретации их свойств;</p> <p><b>Владеть:</b> профессиональными знаниями и практическими навыками руководства работами по комплексному контролю производства наноструктурированных композиционных материалов.</p>

**4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий**

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы / из них в интерактивной форме					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	1-3	1	Введение в курс «Технологии производства наноматериалов»	12	2				10
2	4-6	2	Нульмерные наноструктуры: наночастицы	22	4			8	10
3	7-9	3	Одномерные наноструктуры: нанонити и наностержни.	14	4				10
4	10-12	4	Двумерные наноструктуры: тонкие пленки.	24	4				20
5	13-16	5	Значение нанотехнологии в мирное и военное время	36	2			8	26
			Всего	108	16			16	76

**5. Содержание лекционного курса**

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<b>Введение в курс «Технологии производства наноматериалов».</b> Методы синтеза и исследования наноматериалов	1-14

2	4	2,3	<b>Нульмерные наноструктуры: наночастицы.</b> Формирование наночастиц посредством гомогенной нуклеации. Основы гомогенной нуклеации. Синтез металлических, полупроводниковых и оксидных наночастиц. Реакции в газовой фазе. Сегрегация твердой фазы. Формирование наночастиц посредством гетерогенной нуклеации. Синтез в мицеллах или в микроэмульсиях. Аэрозольный синтез. Пиролиз аэрозолей. Матричный (темплатный) синтез. Эпитаксиальные наночастицы «ядро в оболочке».	2-7, 10-14
3	4	4,5	<b>Одномерные наноструктуры: нанонити и Наностержни.</b> Самопроизвольный рост. Рост в результате испарения (растворения) – конденсации. Рост по механизму «пар-жидкость-кристалл» (ПЖК) или «раствор-жидкость-кристалл» (РЖК). Матричный (темплатный) синтез. Электроформование волокон. Литография.	1-5, 8-13
4	4	6,7	<b>Двумерные наноструктуры: тонкие пленки.</b> Основы роста пленок. Вакуумные технологии. Физическое осаждение из газовой фазы. Химическое осаждение из газовой фазы. Осаждение атомных слоев. Сверхрешетки. Самосборка. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Электрохимическое осаждение. Золь-гель-пленки.	1-5, 12-14
5	4	8	<b>Значение нанотехнологий в мирное и военное время.</b> Анализ и измерение наноструктур. Практическое применение нанотехнологий. Применение нанотехнологий в мирной жизни. Использование нанотехнологий в военном обмундировании и вооружении. Зеленые методы биосинтеза наночастиц	1-3, 15, 16

**6. Содержание коллоквиумов**  
учебным планом не предусмотрены

## 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема лабораторного занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
2	8	1-4	Получение нанокompозитов	4-8, 10-14
5	2	5	Нанотехнологии в современной медицине	15-16
5	4	6,7	Нанотехнологии в производстве умных многофункциональных композитов	15-16
5	2	8	Опасности и риски нанотехнологий	15-16

## 8. Перечень лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрены

## 9. Задания для самостоятельной работы

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	4	Отличительные особенности наноструктур. Физические причины, обуславливающие особенности проявления свойств наноструктур. Основные необратимые процессы.	1-14
1	2	Факторы, обеспечивающие высокую химическую активность наночастиц, кинетику их взаимодействия	1-14
1	2	Примеры элементов структуры с наноразмерами, обеспечивающие особенности свойств изделий	1-14
1	2	Модели строения наночастиц. Условия проявления Кристаллической упаковки в рентгеноаморфных наноструктурах	1-14
2	4	Золь-гель способ получения монооксидных порошков из органометаллических прекурсоров	1-14
2	2	Движущая сила и условия процесса зарождения твердой фазы наночастицы	1-14
2	4	Способы стабилизации внешних возмущений и внутренних флуктуаций	1-14
3	2	Реализация гомогенного зародышеобразования наночастиц	1-14
3	4	Особенности и условия гетерогенного зародышеобразования. Переход гомогенного зародышеобразования в гетерогенное	1-14
3	2	Последствия высокой неравновесности процесса образования новой твердой фазы	1-14
3	2	Условия сохранения наноструктуры в неравновесных процессах	1-14
4	2	Методы сохранения наночастиц, их структуры и размеров	1-14
4	2	Структурно-неоднородные наночастицы с когерентными границами раздела	1-14

4	2	Причины многообразия структурных элементов наночастиц	1-14
4	2	Теоретические предпосылки структурной неоднородности наносостояния	1-14
4	2	Сущность метода золь-гель технологии	1-14
4	2	Золь-гель технология производства пористых сфер $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	1-14
4	2	Схема получения нанопорошков оксидов металлов золь-гель способом	1-14
4	2	Схема получения золь-гель способом сферических частиц гелеобразного материала	1-14
4	2	Гидролиз алкоксидов металлов. Схема происходящих химических процессов	1-14
4	2	Конденсация гидроксидов металлов, схема формирования пространственной гель-сетки	1-14
5	26	Нанотехнологии в энергетике. Нанотехнологии в современной медицине. Нанокристаллическая целлюлоза – новый сверхпрочный материал. Экономика нанотехнологий	1-16

#### 10. Расчетно-графическая работа

учебным планом не предусмотрена

#### 11. Курсовая работа

Темы курсовых работ формулируются каждому студенту индивидуально, исходя из тематики направления научного исследования.

#### 12. Курсовой проект

учебным планом не предусмотрен

#### 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины М.1.3.2.2 «Технология производства наноматериалов» должны сформироваться следующие компетенции ПК-3.

ПК-3 - способен осуществлять организационно-методическое и научно-техническое руководство работами по комплексному контролю производства наноструктурированных композиционных материалов

#### Уровни освоения компетенции

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
Пороговый (удовлетворительный)	знает и понимает теоретический материал с незначительными пробелами
	не достаточно умеет применять практические знания в конкретных ситуациях
	низкое качество выполнения учебных заданий (не выполнены, либо оценены числом баллов, близким к минимальному);

	низкий уровень мотивации учения; несформированность некоторых практических навыков при применении знаний в конкретных ситуациях
Продвинутый (хорошо)	знает и понимает теоретический материал достаточно полно, без пробелов
	не достаточно умеет применять практические знания в конкретных ситуациях
	достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками); средний уровень мотивации учения; недостаточная сформированность некоторых практических навыков при применении знаний в конкретных ситуациях
Высокий (отлично)	знает и понимает теоретический материал в полном объеме, без пробелов
	Полностью сформированы необходимые практические умения при применении знаний в конкретных ситуациях
	высокое качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (оценены числом баллов, близким к максимальному); высокий уровень мотивации учения; сформированность необходимых практических навыков при применении знаний в конкретных ситуациях

Для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенции, в процессе освоения дисциплины используются средства текущего контроля и промежуточной аттестации в виде экзамена.

Оценочные средства для текущего контроля включают собеседование, устный опрос, беседа.

Собеседование и устный опрос проводится по темам дисциплины в устной форме. Оно позволяет определить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

#### Критерии оценивания собеседования

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Двухбалльная шкала	Зачтено	Обучающийся ответил на теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала. Выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала
	Незачтено	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов



**Вопросы для зачета**  
учебным планом не предусмотрены

**Вопросы к экзамену**

1. Основные понятия и определения в науке о наносистемах и нанотехнологии. Примеры природных и искусственных нанообъектов и наносистем: особенности их физических и химических свойств. Методы нанотехнологий. Классификация наноматериалов по размерности (с примерами).
2. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах: роль объема и поверхности – гравитационные и электростатические взаимодействия. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. Эффект геккона.
3. Особенности поглощения и преломления света в наноструктурированных средах. Качественное объяснение этих эффектов. Фотонные кристаллы. Принцип действия. Особенности магнитных свойств нанообъектов.
4. Оптическое разрешение и дифракционный предел. Конфокальная микроскопия. STED-микроскопия.
5. Нанодиагностика с помощью электронных и ионных пучков: диагностика и микроанализ. Просвечивающая электронная микроскопия и сканирующая электронная микроскопия: принцип работы, возможности и ограничения.
6. Сканирующая зондовая микроскопия: принцип работы атомно- силового и туннельного микроскопа, возможности и ограничения. Сканирующая зондовая спектроскопия.
7. Оптическая микроскопия ближнего поля: принцип работы, возможности и ограничения.
8. Основные понятия квантовой механики: постулаты Бора, гипотеза де Бройля, принцип неопределенности Гейзенберга, природа волнового процесса и уравнение Шрёдингера.
9. Металлы, полупроводники и диэлектрики – зонная теория. Квазичастицы. Уровень Ферми. Закон дисперсии прямогозонного полупроводника.
10. Типы идеальных твердотельных наноструктур. Квантово-размерный эффект: решение уравнения Шрёдингера для электрона в бесконечно глубокой квантовой яме, квантово-размерная добавка к ширине запрещенной зоны.
11. Полупроводниковые гетероструктуры. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии и механизмы роста пленок. Устройство и принцип работы лазера на квантовых точках.
12. Транспорт электронов в наноструктурах. Одноэлектроника. Спинтроника.
13. Поверхностное натяжение. Уравнение Юнга-Дюпре. Гидрофобные и гидрофильные поверхности. Кривизна поверхности. Уравнение Лапласа.
14. Морфологическое многообразие нанодисперсных систем. Аморфные и кристаллические материалы. Мезофазы. Классификация нанопористых и нанодисперсных материалов: по геометрическому строению, классификация Радушкевича, по характеру текстуры.
15. Безмодельные характеристики нанопористых и нанодисперсных материалов.
16. Удельная поверхность материалов, размер частиц и пор.
17. Терминология, используемая при изучении дисперсных систем. Фазовые превращения в гомогенных средах. Классическая теория зародышеобразования. Кинетический контроль кристаллообразования.
18. Равновесная форма и поверхностное натяжение твердых фаз.
19. Гетерогенное зародышеобразование. Особенности роста кристаллических частиц. Механизмы роста пленок.
20. Общие подходы к синтезу наноструктурированных материалов. Литографические

методы – электронно-лучевая и ионно-лучевая литография, микросферная литография, нанолитография, мягкая литография, микропечать. Микро-электро-механические системы. Механохимия – помол и диспергирование.

21. Золь-гель синтез. Стадии. Продукты.

22. Методы химической гомогенизации: пиролиз аэрозолей, сублимационная сушка (криохимическая технология), гидротермальный метод, сверхкритическая сушка (получение аэрогелей).

23. Методы синтеза наноматериалов «снизу-вверх». Термодинамика самосборки и самоорганизации – термодинамические потенциалы.

24. Методы синтеза наноматериалов «снизу-вверх». Молекулярно- лучевая эпитаксия (PVD). Химическое осаждение. Плёнки Ленгмюра- Блоджетт.

25. Шаблонный синтез (темплат-синтез). Виды темплатов. Темплат- синтез цеолитов: мономеры и олигомеры  $\text{SiO}_2$ ; темплаты, используемые для синтеза цеолитов; механизм образования первичных, вторичных и т.д. агрегатов; принципиальная схема сборки цеолитов (на примере ZSM-5). Основные типы цеолитов.

26. Шаблонный синтез (темплат-синтез). Виды темплатов. Жидкие кристаллы. Диаграмма состояния «вода-ПАВ-масло» и эволюция мицеллярной поверхности. Схема формирования мезопористых оксидов (на примере MCM-41).

27. Подходы к получению 1D структур. ПЖК-метод.

28. Химические источники тока: принцип действия Li-ионных батарей, анодные и катодные материалы.

29. Композитные материалы: строение и классификация. Примеры.

30. Нанокompозиты: отличие от микрокомпозитов, дисперсность и форма частиц наполнителя.

31. Нанокompозиты с полимерной матрицей: типы матриц и наполнителя.

32. Нанокompозиты с полимерной матрицей: электрические и оптические свойства.

Примеры.

33. Способы приготовления полимерных нанокompозитов наполненных углеродными нанотрубками – изотропных и анизотропных.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу экзамена.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае предоставления реферата/доклада по каждой теме. Оценивание рефератов проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» выставляется в случае, если реферат/доклада оформлен в соответствии с критериями:

- правильность оформления реферата (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы реферата / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, реферат возвращается на доработку.

В конце семестра обучающийся письменно отвечает на тестовые задания, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено»/«не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 12 вопросов из 20 выставляется «зачтено», в

случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем практическим работам;
- успешном решении тестовых заданий.

Экзамен сдается устно, по билетам, в которых представлено 3 вопроса из перечня «Вопросы для экзамена».

#### Критерии выставления промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Четырехбалльная шкала	Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает теорию с практикой. Обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, заданиями и другими видами применения знаний, показывает знания законодательного и нормативно-технического материалов, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок
	Хорошо	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий
	Удовлетворительно	Обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий
	Неудовлетворительно	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы

#### 14. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При изучении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

1. Стандартные образовательные технологии:

- мультимедиа-презентации – наглядный иллюстративный материал по всем темам читаемого курса в формате Microsoft Office PowerPoint;
- лекции, при проведении которых преобладает метод проблемного изложения;

- практические занятия, на которых обсуждаются основные проблемы, освещенные в лекциях и сформулированные в лабораторных работах;
  - обсуждение подготовленных студентом рефератов (докладов);
  - самостоятельная работа, в которую входит освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям;
  - консультации преподавателей.
2. Проблемное обучение в зависимости от состава и качества студентов реализуется на разных уровнях сложности и самостоятельности:
- проблемное изложение материала преподавателем;
  - преподаватель озвучивает проблемные ситуации, а студенты вместе с ним решают их.
3. Семинарские занятия, организованное как конференции или «круглые столы».

Дистанционные образовательные технологии:

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

## **15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

1. Сергеева Е.А., Композиционные наноматериалы: учебное пособие / Е.А. Сергеева, Ю.А. Тимошина - Казань: Издательство КНИТУ, 2017. - 152 с. - ISBN 978-5-7882-2257-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: (дата обращения: 22.05.2020). - Режим доступа: по подписке. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222578.html>
2. Рыжонков Д.И., Наноматериалы: учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. (Нанотехнологии) - ISBN 978-5-00101-474-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: (дата обращения: 22.05.2020). - Режим доступа: по подписке. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014744.html>
3. Елисеев А.А., Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 456 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111201.html> (дата обращения: 22.05.2020). - Режим доступа: по подписке.
4. Тарасова Н.В. Оптические методы исследований наноматериалов и наносистем [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Материаловедение наноматериалов и наносистем»/ Тарасова Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017.— 23 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74408.html> — ЭБС «IPRbooks»
5. Шабатина Т.И. Нанохимия и наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шабатина Т.И., Голубев А.М. — Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30893.html> — ЭБС «IPRbooks»
6. Дзидзигури Э.Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дзидзигури Э.Л., Сидорова Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2012. – 71с. –Режим

доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56215.html> — ЭБС «IPRbooks»

7. Раков Э.Г. Неорганические наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Раков Э.Г.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Лаборатория знаний, 2020.— 478 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24143.html> — ЭБС «IPRbooks»

8. Гусев А.И., Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. / Гусев А. И. - 2-е изд., испр., - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221- 0582-8 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105828.html> (дата обращения: 22.05.2020). - Режим доступа: по подписке.

9. Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.А. Андриевский - М.: Лаборатория знаний, 2016.- Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014188.html> (дата обращения: 22.05.2020). - Режим доступа: по подписке.

10. Мишина Е.Д., Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие / Е.Д. Мишина и др.; под ред. А.С. Сигова. - 4-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2014. - 184 с. - ISBN 978-5-9963-2360-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323609.html> (дата обращения: 01.07.2020). - Режим доступа: по подписке.

11. Мишина Е.Д., Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие / Е.Д.Мишина, Н.Э. Шерстюк, А.А. Евдокимов, В.О. Вальднер, С.А. Григорьев, Т.В. Долгова, Н.М. Дроздова, А.А. Ежов, Н.И. Ершова, П.Н. Лускинович, В.И. Панов, В.И. Свитов, С.В. Семин, А.И. Стогний, А.А. Федянин, М.Р. Щербаков - М.: Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-00101-473-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014737.html> (дата обращения: 01.07.2020). - Режим доступа: по подписке.

12. Сигова А.С., Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / А.С. Сигова. - М. : БИНОМ, 2011. - 146 с. - ISBN 978-5-9963-2198-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321988.html> (дата обращения: 01.07.2020). - Режим доступа: по подписке.

13. Блинков И.В., Процессы получения наночастиц и наноматериалов, нанотехнологии: Лаб. практикум / И.В. Блинков, С.В. Добаткин, Д.В. Кузнецов, М.Р. Филонов, А.О. Волхонский. - М.: МИСиС, 2010. - 36 с. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_297.html](https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_297.html)

14. Кузнецов Г.Д., Процессы микро- и нанотехнологии. Ионно-плазменные процессы: Лаб. практикум / Г.Д. Кузнецов, С.П. Курочка, А.Р. Кушхов и др. - М.: МИСиС, 2007. - 141 с. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_296.html](https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_296.html)

15. Кричевский Г.Е. Основы нанотехнологий: учебное пособие. Т.1. Теория. Основы нанотехнологий / Г.Е. Кричевский. – М.: Грин Принт, 2022. - 570 с.

16. Кричевский Г.Е. Основы нанотехнологий: учебное пособие. Т.2. Теория, основы нанотехнологий. Использование нанотехнологий в различных областях науки и техники / Г.Е.Кричевский. – М.: Грин Принт, 2022. - 726 с.

## **16. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### *Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 столов, 80 стульев; рабочее место преподавателя; меловая доска; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, системный блок (Atom2550/4Гб/500, клавиатура, мышь) подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

### *Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 22 стола, 44 стула; рабочее место преподавателя; маркерная доска; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук Lenovo 560 (I3/4Гб/500, мышь), подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

### *Учебная аудитория для курсового проектирования*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 12 стульев; рабочее место преподавателя; маркерная доска, 12 компьютеров (I 3/ 8 Гб/ 500), мониторы 24' BENQ, LG, Philips, клавиатура, мышь). Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

Рабочую программу составила

М.М. Кардаш

**17. Дополнения и изменения в рабочей программе**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /