

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.1.3.2.2 Технологии и свойства наноматериалов

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.1.3.2.2 Технологии и свойства наноматериалов 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 М.1.1.6. «Инструментальные методы исследования в химической технологии», М.1.2.2 «Структура и свойства композитов», М.1.2.4. «Приоритетные электрохимические технологии», М.1.2.5. «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.

- методикой термического синтеза нанокерамики из прекерамических полимерных прекурсоров.

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.	ИД-1_{ПК-3} Способен изучать свойства и контролировать получение наноструктурированных композиционных материалов

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

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

№ мо- ду- ля	№ неде- ли	№ те- мы	Наименование темы	Часов				
				Всего	Лекции	Лабора- торные	Практ ическ ие	СРС
3 семестр								
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.	22	2			20
5	13- 16	5	Синтез углеродных наноматериалов.	38	4	8		26
Всего				108	16	16	0	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	Введение в курс «Технологии производства наноматериалов». Методы синтеза и исследования наноматериалов	1-3, 10-14, 16-18
2	4	2	Нульмерные наноструктуры: наночастицы. 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	3	Одномерные наноструктуры: нанонити и Наностержни. 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	2	3	Двумерные наноструктуры: тонкие пленки. 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	4	Синтез углеродных наноматериалов. Фуллерены. Нанотрубки. Графен и его производные.	1-6, 9, 10, 15-18

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 нанокомпозитных слоев методом электрохимического осаждения	4-8, 10-14
5	8	5-8	Электрохимическое диспергирование чешуйчатого графита. Получение терморасширенного графита и многослойного графена	1-5, 10-13, 15-18

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	3	Отличительные особенности наноструктур	1-8, 10-13, 15-18
1	4	Физические причины, обуславливающие особенности проявления свойств наноструктур. Основные необратимые процессы.	4-9, 12-14
1	2	Факторы, обеспечивающие высокую химическую активность наночастиц, кинетику их взаимодействия	3-7, 10-14
1	4	Примеры элементов структуры с наноразмерами, обеспечивающие особенности свойств изделий	4-9, 11-15
1	2	Модели строения наночастиц. Условия проявления Кристаллической упаковки в рентгеноаморфных наноструктурах	1-6, 10-14
2	4	Золь-гель способ получения монооксидных порошков из органометаллических прекурсоров	1-8, 11-13
2	6	Движущая сила и условия процесса зарождения твердой фазы наночастицы	2-5, 8, 15
2	6	Способы стабилизации внешних возмущений и внутренних флуктуаций	4-7, 10-14
3	4	Реализация гомогенного зародышеобразования наночастиц	1-3, 12, 14
3	4	Особенности и условия гетерогенного зародышеобразования. Переход гомогенного зародышеобразования в гетерогенное	1-8, 10-13, 15-18
3	4	Последствия высокой неравновесности процесса образования новой твердой фазы	1-6, 11-14
3	3	Условия сохранения наноструктуры в неравновесных процессах	5-8, 11-15
4	2	Методы сохранения наночастиц, их структуры и размеров	4-9, 12-15
4	2	Структурно-неоднородные наночастицы с когерентными границами раздела	12, 15
4	2	Причины многообразия структурных элементов наночастиц	1-6, 11-14
4	2	Теоретические предпосылки структурной неоднородности наносостояния	1-8, 11-13, 15-18
4	4	Сущность метода золь-гель технологии	3-7, 10-13, 15-18
4	4	Золь-гель технология производства пористых сфер $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	5-8, 11-15
4	4	Схема получения нанопорошков оксидов металлов золь-гель способом	4-9, 12-14
4	4	Схема получения золь-гель способом сферических частиц гелеобразного материала	2, 4-7, 11
4	4	Гидролиз алкоксидов металлов. Схема происходящих химических процессов	3-7, 11-14
4	2	Конденсация гидроксидов металлов, схема формирования пространственной гель-сетки	1-4, 9, 11-14
5	20	Структура и методы синтеза углеродных наночастиц	5-8, 11-15

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 для экзамена

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 прямозонного 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 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. Наноккомпозиты: отличие от микрокомпозитов, дисперсность и форма частиц наполнителя.

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

32. Наноккомпозиты с полимерной матрицей: электрические и оптические свойства. Примеры.

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

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

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

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).

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 _____ / _____ /