

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

М.1.3.2.2 Технология производства наноматериалов

направления подготовки

18.04.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология композиционных материалов и
покрытий»

Формы обучения: очная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 3 з.е.

в академических часах: 108 ак.ч.

Рабочая программа по дисциплине М.1.3.2.1 Наноматериалы в технологии композитов и покрытий направления подготовки 18.04.01 «Химическая технология» профиль «Химическая технология композиционных материалов и покрытий» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 18.05.01 «Химическая технология», утвержденным приказом Минобрнауки России приказ № 910 от 7 августа 2020 года.

Рабочая программа:

обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «19» июня 2023 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой ТОХП  /Левкина Н.Л./

одобрена на заседании УМКН от «26» июня 2023 г., протокол №5.

Председатель УМКН  /Левкина Н.Л.//

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 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен осуществлять организационно-методическое и научно-техническое руководство 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)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
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	<p>Знать: методологические подходы к разработке технологии получения наноструктурированных композиционных материалов.</p> <p>Уметь: планировать экспериментальные работы, получения наноструктурированных материалов и интерпретации их свойств;</p> <p>Владеть: профессиональными знаниями и практическими навыками руководства работами по комплексному контролю производства наноструктурированных композиционных материалов.</p>

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

очная форма обучения

Вид учебной деятельности	ак. часов	
	Всего	по семестрам
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	32	32
• занятия лекционного типа,	16	16
• занятия семинарского типа:		
практические занятия	16	16
лабораторные занятия		
в том числе занятия в форме практической подготовки		
2. Самостоятельная работа студентов, всего	76	76
– курсовая работа (проект) (отсутствует – / при наличии +)	+	+
– расчетно-графическая работа (отсутствует – / при наличии +)	-	-
3. Промежуточная аттестация: экзамен, зачет с оценкой, зачет	зачет	зачет
Объем дисциплины в зачетных единицах	3	3
Объем дисциплины в акад. часах	108	108

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в курс «Наноматериалы в технологии композитов и покрытий».

Методы синтеза и исследования наноматериалов.

Тема 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».

Тема 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.

Тема 4. 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.

Тема 5. Значение нанотехнологий в мирное и военное время.

Анализ и измерение наноструктур. Практическое применение нанотехнологий. Применение нанотехнологий в мирной жизни. Использование нанотехнологий в военном обмундировании и вооружении. Зеленые методы биосинтеза наночастиц.

5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1.	Введение в курс «Наноматериалы в технологии композитов и покрытий»	2		10	ИД-1 _{ПК-3}
2.	Нульмерные наноструктуры: наночастицы	4	8	10	ИД-1 _{ПК-3}
3.	Одномерные наноструктуры: нанонити и наностержни.	4		10	ИД-1 _{ПК-3}
4.	Двумерные наноструктуры: тонкие пленки.	4		20	ИД-1 _{ПК-3}
5.	Значение нанотехнологии в мирное и военное время	2	8	26	ИД-1 _{ПК-3}
	Итого	16	16	76	

5.2. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
1.	Нульмерные наноструктуры: наночастицы	Получение нанокompозитов	8		
2.	Значение нанотехнологии в мирное и военное время	Нанотехнологии в современной медицине	2		
		Нанотехнологии в производстве умных многофункциональных композитов	4		
		Опасности и риски нанотехнологий	2		
	Итого		16		

5.3. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены

5.4. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
1.	Введение в курс «Наноматериалы в технологии композитов и покрытий»	Отличительные особенности наноструктур. Физические причины, Факторы, обеспечивающие высокую химическую активность наночастиц, кинетику их взаимодействия. Примеры элементов структуры с наноразмерами, обеспечивающие особенности свойств изделий. Модели строения наночастиц. Условия проявления Кристаллической упаковки в рентгеноаморфных наноструктурах	10		
2.	Нульмерные наноструктуры: наноча-	Золь-гель способ получения монооксидных порошков из органометаллических пре-	10		

	стицы	курсов. Движущая сила и условия процесса зарождения твердой фазы наночастицы. Способы стабилизации внутренних флуктуаций.			
3.	Одномерные наноструктуры: нанонити и наностержни.	Реализация гомогенного зародышеобразования наночастиц. Особенности и условия гетерогенного зародышеобразования. Переход гомогенного зародышеобразования в гетерогенное. Последствия высокой образования новой твердой фазы. Условия сохранения наноструктуры в неравновесных процессах.	10		
4.	Двумерные наноструктуры: тонкие пленки.	Методы сохранения наночастиц, их структуры и размеров. Структурно-неоднородные наночастицы с когерентными границами раздела. Причины многообразия наночастиц. Теоретические предпосылки структурной неоднородности наносостояния. Сущность метода золь-гель технологии. Золь-гель технология производства пористых сфер $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Схема получения нанопорошков оксидов металлов золь-гель способом. Схема получения золь-гель способом сферических частиц гелеобразного материала. Гидролиз алкоксидов металлов. Схема происходящих химических процессов. Конденсация гидроксидов металлов, схема формирования пространственной гелевой сетки	20		
5.	Значение нанотехнологии в мирное и военное время	Нанотехнологии в энергетике. Нанотехнологии в современ-	26		

		ной медицине. Нанокристаллическая целлюлоза – новый сверхпрочный материал. Экономика нанотехнологий			
	Итого		76		

6. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа не предусмотрена

7. Курсовая работа

Примерные темы курсовой работы:

1. Нанотехнологии при производстве изделий из полимерных материалов.
2. Нанотехнологии при изготовлении изделий на основе эпоксидного связующего.
3. Наноматериалы в технологии получения композиционных покрытий.
4. Наноматериалы в технологии нанесения гальванических покрытий.
5. Наноматериалы в технологии получения ионообменных материалов.
6. Наноматериалы и зеленые технологии.
7. Наноматериалы в технологии получения изделий на основе термопластов.
8. Применение наноматериалов в мирное и военное время.
9. Наноматериалы для создания полимерных композиционных материалов.
10. Наноматериалы в технологии получения электрохимических покрытий.

8. Курсовой проект

Курсовой проект не предусмотрен

9. Контрольная работа

Контрольная работа не предусмотрена.

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

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 продемонстрировали недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия и определения в науке о наносистемах и нанотехнологии. Примеры природных и искусственных нанобъектов 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 нанобъектов.

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 за-

прецессной 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. 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

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Рекомендуемая литература

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 :

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222578.html>

2. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. (Нанотехнологии) - ISBN 978-5-00101-474-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014744.html>

3. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю. Д. Третьякова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 456 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111201.html>

4. Вознесенский, Э. Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии : учебное пособие / Э. Ф. Вознесенский, Ф. С. Шарифуллин, И. Ш. Абдуллин. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 184 с. - ISBN 978-5-7882-1545-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788215457.html>

5. Шабатина, Т. И. Нанохимия и наноматериалы : учебное пособие / Т. И. Шабатина, А. И. Голубев. - Москва : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2014. - 63, [1] с. : ил. - ISBN 978-5-7038-3965-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083481>

6. Дзидзигури, Э. Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии : учебное пособие / Э. Л. Дзидзигури, Е. Н. Сидорова. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2012. — 71 с. — ISBN 978-5-87623-605-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/56215.html>

7. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э. Г. Раков. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 478 с. — ISBN 978-5-00101-741-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/24143.html>

1. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. / Гусев А. И. - 2-е изд. , испр. , - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105828.html>.

2. Андриевский, Р. А. Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях : учебное пособие / Р. А. Андриевский. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 105 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". (Нанотехнологии) - ISBN 978-5-00101-932-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001019329.html>

3. 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 - Москва : 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>.

4. 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. - Москва : МИСиС, 2010. - 36 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_297.html

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

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

7. 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.

11.2. Периодические издания

1. Физикохимия поверхности и защита материалов. - Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=26652>.

2. Журнал прикладной химии. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7798> Доступные архивы 2003 – 2020гг.

3. Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222>. Доступные архивы 2000-2020 гг.

4. Перспективные материалы: РАН. - М.: ООО "Интерконтакт Наука". - Выходит раз в два месяца. - ISSN 1028-978X. Зарегистрированы поступления: 2008-2015. Электронная версия.- Режим доступа: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7938

5. Пластические массы. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1112589>. Доступные архивы 2000-2020гг.

6. Журнал физической химии. - Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802>

7. Электрохимия. - Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=8297>

8. Гальванотехника и обработка поверхности. - Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7759>

11.3 Перечень электронно-образовательных ресурсов

1. Учебно-методические материалы по дисциплине «Оборудование в химической технологии» размещены в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1695>
2. Сайт ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/>

11.4 Электронно-библиотечные системы

1. «ЭБС IPRbooks»,
2. «ЭБС elibrary»
3. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

11.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://elibrary.ru/defaultx.asp?> Научная электронная библиотека
2. <http://www.iprbookshop.ru/> Электронная библиотечная система IPRbooks
3. <http://lib.sstu.ru/> Научно-техническая библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А
4. <http://www.edu.ru/index.php> «Российское образование» - федеральный портал
5. <http://www.runnet.ru/> Федеральная университетская компьютерная сеть России
6. <http://window.edu.ru/> Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

11.7. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)

Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

12.1 Перечень информационно-справочных систем

Справочная правовая система «Консультант Плюс»

12.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

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

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

13. Материально-техническое обеспечение

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

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.

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.

Рабочую программу составила

М.М. Кардаш

14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры
« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС

« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Председатель УМКС _____ / _____ /