


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ТОБОЛЬСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:



Председатель КСН
А.Г. Мозырев
«30» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Нанотехнологии и наноматериалы
направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
направленность (профиль): Химическая технология органических веществ
форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30 августа 2021 г. и требованиями ОПОП 18.03.01 Химическая технология, направленность «Химическая технология органических веществ» к результатам освоения дисциплины «Нанотехнологии и наноматериалы».

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин. Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой  С.А. Татьянаенко

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий выпускающей кафедрой  С.А. Татьянаенко
«30» августа 2021 г.

Рабочую программу разработал:

И.В. Александрова, доцент кафедры
естественнонаучных и гуманитарных дисциплин,
кандидат технических наук



1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: ознакомление химическими основами, технологиями получения наночастиц, процессами формирования наноструктур и наноматериалов; формирование представления о процессах самоорганизации и нанотехнологии.

Задачи дисциплины:

- *формирование знаний*
 - изучение основ химических, физических и биологических методов синтеза наночастиц и наноматериалов, способов контролируемого роста получения наночастиц необходимого размера и формы;
 - изучение процессов нанотехнологий, применяемых в современном производстве;
- *формирование умений*
 - формирование умения анализировать научно-техническую информацию и изучать отечественный и зарубежный опыт по получению наноматериалов;
- *формирование навыков*
 - формирование практических навыков синтеза наночастиц в жидких средах и получения наноматериалов;
 - формирование навыков работы с научно-технической информацией.

2. Место дисциплины/модуля в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Нанотехнологии и наноматериалы» относится к элективным дисциплинам по выбору студента. Дисциплина играет важную роль в овладении обучающимися основами химической технологии в получении базовых знаний технологических аспектов нефтехимической отрасли. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основных законов химии, физики, материаловедения, умение использовать современные измерительные и программные средства для решения поставленных задач, способность к логическому мышлению. Для полного освоения дисциплины обучающиеся должны знать следующие дисциплины: «Органическая химия», «Общая и неорганическая химия», «Компьютерное зрение в решении инженерных задач», «Технический иностранный язык», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Знания по дисциплине «Нанотехнологии и наноматериалы» необходимы для освоения дисциплины «Современные технологии нефтегазоперерабатывающих производств». Освоение дисциплины готовит к работе со следующими объектами профессиональной деятельности: - углеводородное сырье, неорганическое сырье, химические вещества и материалы; - методы и приборы определения состава и свойства наноматериалов; - методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от влияния промышленного производства. Дисциплина предшествует выполнению Выпускной квалификационной работы.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-1 Способен осуществлять технологический процесс	ПКС-1.1 Осуществляет управление технологическим процессом; проводит сверку сходимости баланса потребляемого	Знать: производственно-технологическую и нормативную документацию предприятий по по

в соответствии с регламентом контролировать эксплуатацию технологических объектов	сырья и выработки товарной продукции; рассчитывает планируемую потребность реагентов, материалов для выполнения производственных заданий; эффективно и безопасно эксплуатирует оборудование; осуществляет входной и выходной контроль над сырьем и продукцией технологического объекта; пользуется производственно-технологической и нормативной документацией	производству наноматериалов (31);
		Уметь: рассчитать планируемую потребность реагентов, материалов для выполнения производственных заданий предприятий по производству наноматериалов (У1);
		Владеть: навыками эффективной и безопасной эксплуатации оборудования предприятий по производству наноматериалов (В1).
ПКС-1.2 Выявляет неисправности или отклонения от нормы в работе оборудования, причины этих неисправностей; предупреждает и устраняет нарушения хода производственного процесса; обеспечивает подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	ПКС-1.2 Выявляет неисправности или отклонения от нормы в работе оборудования, причины этих неисправностей; предупреждает и устраняет нарушения хода производственного процесса; обеспечивает подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	Знать: нарушения хода производственного процесса предприятий по производству наноматериалов (32);
		Уметь: выявить неисправности или отклонения от нормы в работе оборудования предприятий по производству наноматериалов, установить причины этих неисправностей (У2);
		Владеть: навыками подготовки технологического оборудования предприятий по производству наноматериалов к проверке и ремонту (В2).
ПКС-1.3 Применяет меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента; подготавливает предложения по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество	ПКС-1.3 Применяет меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента; подготавливает предложения по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество	Знать: причины, вызывающие отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции наноматериалов (33);
		Уметь: подготовить предложения по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество продукции и устойчивость работы оборудования на производстве выпуска продукции наноматериалов (У3);
		Владеть: навыками принятия мер по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции наноматериалов (В3).
ПКС-4 Способен разрабатывать и совершенствовать технологии производства продукции	ПКС-4.1 Разрабатывает технологические проекты производства новой продукции; проводит и оценивает результаты исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве продукции, в том числе новой	Знать: передовые технологии производства новой продукции (34);
		Уметь: проводить и оценивать результаты исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов (У4);
		Владеть: навыками принятия исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов (В4).

	ПКС-4.2 Способен совершенствовать технологии, внедрять достижения науки и техники, изобретения в производство	Знать: передовые технологии производства наноматериалов (35);
		Уметь: применять полученные знания на практике в технологическом процессе производства наноматериалов (У5);
		Владеть: навыками внедрения изобретений в производство наноматериалов (В5).
	ПКС-4.3 Определяет условия синтеза полимерных и композиционных материалов, регулирует технологическое оборудование для синтеза полимерных и композиционных материалов	Знать: свойства и условия синтеза полимерных и композиционных наноматериалов (36);
		Уметь: проводить технологический процесс синтеза наноматериалов в условиях технологического регламента (У6);
		Владеть: навыками регулирования технологического оборудования для синтеза полимерных и композиционных наноматериалов (В6).
	ПКС-4.4 Рассчитывает и выбирает регулируемые параметры технологического процесса; производит настройку технологического оборудования; контролирует выполнение и анализирует результаты лабораторных испытаний полимерных и композиционных материалов с новыми свойствами	Знать: методика расчета и выбора параметров технологического процесса (производства наноматериалов37);
		Уметь: проводить настройку технологического оборудования (У7);
		Владеть: навыками контроля и анализа результатов лабораторных испытаний полимерных и композиционных наноматериалов с новыми свойствами (В7).

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	4/7	32	-	16	96	экзамен
заочная	5/9	8	-	12	124	экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства ¹
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1.	1	Введение в нанотехнологию.	4	-	-	19	23	ПКС-1.1 ПКС-4.1 ПКС-4.2 ПКС-4.2 ПКС-4.1	Устный опрос, тест по разделу

2.	2	Структура наноматериалов	2	-	-	10	12	ПКС-1.1 ПКС-1.3 ПКС-4.1 ПКС-4.2	Устный опрос, тест по разделу
3.	3	Методы исследования наноматериалов.	8	-	6	10	24	ПКС-1.2 ПКС-4.1 ПКС-4.2 ПКС-4.2 ПКС-4.1	Отчет по лабораторной работе, тест по разделу
4.	4	Технология производства объемных наноматериалов	8	-	6	10	24	ПКС-1.1 ПКС-1.3 ПКС-4.1 ПКС-4.2 ПКС-4.2 ПКС-4.1	Отчет по лабораторной работе, тест по разделу
5.	5	Конструкционные объемные наноматериалы.	6	-	4	10	20	ПКС-1.1 ПКС-1.3 ПКС-4.1 ПКС-4.3	Отчет по лабораторной работе, тест по разделу
6.	6	Области применения наноматериалов	4	-	-	10	14	ПКС-1.1 ПКС-1.3 ПКС-4.1 ПКС-4.3	Устный опрос, тест по разделу
8.	Курсовая работа/проект		-	-	-	-	-		-
9.	Экзамен					27	27		Итоговый тест
Итого:			32	-	16	96	144		

заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1.	1	Введение в нанотехнологию.	1	-	-	20	21	ПКС-1.1 ПКС-4.1 ПКС-4.2 ПКС-4.2 ПКС-4.1	Устный опрос, тест по разделу
2.	2	Структура наноматериалов	1	-	-	20	21	ПКС-1.1 ПКС-1.3 ПКС-4.1 ПКС-4.2	Устный опрос, тест по разделу
3.	3	Методы исследования наноматериалов.	2	-	4	20	26	ПКС-1.2 ПКС-4.1 ПКС-4.2 ПКС-4.2 ПКС-4.1	Отчет по лабораторной работе, тест по разделу
4.	4	Технология производства объемных наноматериалов	2	-	4	20	26	ПКС-1.1 ПКС-1.3 ПКС-4.1 ПКС-4.2 ПКС-4.2 ПКС-4.1	Отчет по лабораторной работе, тест по разделу
5.	5	Конструкционные объемные	1	-	4	20	25	ПКС-1.1	Отчет по

		наноматериалы.						ПКС-1.3 ПКС-4.1 ПКС-4.3	лабораторной работе, тест по разделу
6.	6	Области применения наноматериалов	1	-	-	15	16	ПКС-1.1 ПКС-1.3 ПКС-4.1 ПКС-4.3	Устный опрос, тест по разделу
7.	Курсовая работа/проект		-	-	-		-		-
9.	Экзамен					9	9		Контрольная работа, итоговый тест
Итого:			8	-	12	124	144		

очно-заочная форма обучения (ОЗФО) - не предусмотрена.

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. Введение в нанотехнологию.

Определение нанотехнологии. Возникновение и развитие нанотехнологии. Основные подходы в нанотехнологии. Общие положения.

Раздел 2. Структура наноматериалов.

. Особенности структуры наноматериалов. Основные разновидности углерода. Основные разновидности углерода. Алмаз, графит и аморфный углерод. Карбин. Графен. Кластеры. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Прочие формы углерода и гипотетические структуры. Неуглеродные наноструктуры.

Раздел 3. Методы исследования наноматериалов.

Общая классификация методов. Просвечивающая электронная микроскопия. Сканирующая (растровая) электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. . Сканирующая туннельная микроскопия. Сканирующая атомно-силовая микроскопия . . Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия. Оптические методы

Раздел 4. Технология производства объемных наноматериалов.

Основные методы получения консолидированных наноматериалов. Получение порошковых наночастиц. Консолидация объемных конструкционных нанокристаллических материалов. Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния. Модифицирование порошка методом осаждения. Магнитно-импульсное и ультразвуковое прессование. Компактирование нанопорошков прессованием и спеканием. Методы интенсивного пластического деформирования. Аддитивные технологии. Аморфные сплавы. Наноструктурирование полимеров. Наноструктурные покрытия. Сверхтвердые покрытия из нанокомпозитов.

Раздел 5. Конструкционные объемные наноматериалы.

Особенности свойств объемных наноструктурных материалов. Физические свойства. Механические свойства. Химические свойства. Композиционные наноматериалы . . Наноструктурные конструкционные сплавы на основе железа. Титан и его сплавы. Наноконпозиты на основе легких металлов. Инструментальные материалы. Композиционная

нанокерамика. Наноккомпозиты на основе полимеров. Псевдосплавы на основе тугоплавких металлов.

Раздел 6. Области применения наноматериалов.

Использование наноматериалов в транспортном машиностроении. Наноккомпозиционные материалы с памятью формы. Применение сплавов с эффектом памяти формы. Нанoeлектроника и вычислительная техника. Здравоохранение и защита окружающей среды. Применение наноматериалов в военной технике. Наноматериалы для атомной энергетики. Наноматериалы в строительной индустрии.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	1	4	1	-	Ведение в нанотехнологию.
2.	2	2	1	-	Структура наноматериалов
3.	3	8	2	-	Методы исследования наноматериалов.
4.	4	8	2	-	Технология производства объемных наноматериалов
5.	5	6	1	-	Конструкционные объемные наноматериалы.
6.	6	4	1	-	Области применения наноматериалов
Итого:		32	8	-	

Лабораторные занятия

Таблица 5.2.4

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	3	4	4	-	Синтез и оптические растворов наночастиц золота
2.	3	2	-		Получение наночастиц серебра
3.	4	2	-		Основы методов зондовой микроскопии наноструктур
4.	4	4	4	-	Получение двумерных наноструктур методом анодного травления
5.	5	4	4		Сборка солнечного элемента нового типа с использованием нанотехнологий
Итого:		16	12	-	

Практические работы учебным планом не предусмотрены.

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.8

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
1.	1	19	20	-	Использование наноматериалов для защиты окружающей среды	освоение лекционного материала; подготовка к тесту
2.	2	10	20	-	Неуглеродные наноструктуры	освоение лекционного материала; подготовка к

					тесту
3.	3	10	20	-	Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия
4.	4	10	20	-	Наноструктурные покрытия для машиностроения
5.	5	10	20	-	Волокнистые композиционные материалы. Слоистые композиты.
6.	1-5	10	5	-	Применение наноматериалов в химической промышленности
7.			10	-	Контрольная работа
8.	Экзамен	27	9	-	Подготовка к экзамену
Итого:		96	124	-	

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- визуализация учебного материала на платформе Открытого образования ТИУ (лекционные занятия, самостоятельная работа);
- работа в малых группах (лабораторные занятия);

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

7. Контрольные работы

7.1. Методические указания для выполнения контрольных работ.

Контрольная работа предусмотрена для обучающихся заочной формы обучения в 9 семестре.

Контрольная работа занимает важное место в межсессионных занятиях обучающихся заочной формы обучения. Главная цель ее – помочь обучающемуся глубже усвоить отдельные вопросы программы, привить навыки самостоятельной работы при освоении дисциплины.

Отчёты по контрольным работам выполняются на листах бумаги формата А4 или в тетрадях (с полями: левая сторона - 2 см, правая сторона - 2,5 см). Выполненные работы должны быть конкретными, исчерпывающими и при необходимости сопровождаться схемами, эскизами.

При выполнении задания нельзя сокращать слова кроме общепринятых. Задания должны быть датированы и подписаны обучающимся. Задания зачитываются, если они не содержат ошибок принципиального характера. Каждая выполненная контрольная работа подлежит защите. При возникновении вопросов при выполнении заданий обучающийся может получить консультацию у преподавателя в соответствии с расписанием проведения таких консультаций на кафедре либо получить помощь дистанционно, связавшись с преподавателем по электронной почте или через программу поддержки образовательного процесса «EDUCON». Обучающийся должен предоставлять для проверки преподавателем этапы выполнения заданий с целью своевременного выявления ошибок в соответствии с графиком аттестаций.

Номер варианта контрольной работы соответствует списочному номеру студента в группе.

Трудоемкость работы в составе самостоятельной работы – 10 часов.

7.2. Тематика контрольной работы.

Задание на контрольную работу выдает преподаватель в начале семестра согласно графику учебной работы.

- Общая характеристика процессов получения наночастиц;
- Методы получения наночастиц, основанные на физических процессах;
- Методы получения наночастиц, основанные на химических процессах;
- Методы синтеза фуллеренов;
- Методы синтеза углеродных нанотрубок и графена;
- Процессы получения фуллереноподобных наноструктур и неорганических нанотрубок;
- Формирование одномерных наноструктур;
- Нанопористые материалы и молекулярные сита;
- Супрамолекулярные ансамбли и устройства;
- Порошковые технологии;
- Интенсивная пластическая деформация;
- Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния;
- Технологии, основанные на физических процессах;
- Технологии, основанные на химических процессах;
- Получение упорядоченных пленок (гетероструктур);
- Электрохимические методы формирования наноструктур;
- Пучковые методы нанолитографии;
- Непучковые методы нанолитографии;
- Методы получения упорядоченных наноструктур;
- Проблемы и достижения нанотехнологии.

Отчёты по контрольным работам выполняются на листах бумаги формата А4 или в тетрадях (с полями: левая сторона - 2 см, правая сторона- 2,5 см). Ответы на вопросы должны быть конкретными, исчерпывающими и при необходимости сопровождаться схемами или рисунками. При выполнении задания нельзя сокращать слова кроме общепринятых. Задания должны быть датированы и подписаны обучающимся. Задания зачитываются, если они не содержат ошибок принципиального характера. Каждая выполненная контрольная работа подлежит защите.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

Оценка освоения дисциплины «Нанотехнологии и наноматериалы» предусматривает использование рейтинговой системы. Нормативный рейтинг дисциплины за семестр составляет 100 баллов. По итогам семестра баллы рейтинга переводятся в пятибалльную систему по следующей шкале:

91-100 баллов – «отлично»;

76-90 балла – «хорошо»;

61-75 баллов – «удовлетворительно»;

60 баллов и менее – «неудовлетворительно».

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1.	Выполнение лабораторной работы по теме Синтез и оптические растворов наночастиц золота.	0-5
2.	Выполнение лабораторной работы по теме Получение наночастиц серебра	0-5
3.	Выполнение теста по разделам 1, 2	0-10
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	0-20
2 текущая аттестация		
1.	Выполнение лабораторной работы по теме Основы методов зондовой микроскопии наноструктур	0-5
2.	Выполнение лабораторной работы по теме Получение двумерных наноструктур методом анодного травления.	0-5
3.	Выполнение теста по разделам 3.4	0-10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	20
3 текущая аттестация		
1.	Работа на лекциях по разделам 5,6	0-2
2.	Выполнение лабораторной работы по теме Сборка солнечного элемента нового типа с использованием нанотехнологий	0-8
3.	Выполнение теста по разделам 5,6	0-10
4.	Итоговое тестирование по семестру	0-40
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	60
	ВСЕГО	100

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1.	Выполнение лабораторных работ по разделам 3-5	0-30
2.	Выполнение контрольной работы	0-21
3.	Итоговое тестирование	0-49
	ВСЕГО	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ – <http://webirbis.tsogu.ru/>
2. Электронно-библиотечной система «IPRbooks» – <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина) – <http://elib.gubkin.ru/>

4. Электронная библиотека УГНТУ (Уфимский государственный нефтяной технический университет) – <http://bibl.rusoil.net>
5. Электронная библиотека УГТУ (Ухтинский государственный технический университет) – <http://lib.ugtu.net/books>
6. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU – <http://www.elibrary.ru>
7. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com>
8. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – www.studentlibrary.ru
9. Электронно-библиотечная система «Book.ru» – <https://www.book.ru/>
10. Электронная библиотека ЮРАЙТ – <https://urait.ru/>
11. Система поддержки дистанционного обучения - <https://educon2.tyuiu.ru/>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- MS Office (Microsoft Office Professional Plus);
- MS Windows\$
- Zoom.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	-	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, ноутбук в комплекте, источник бесперебойного питания. Локальная и корпоративная сеть
2	Лабораторное оборудование: - лабораторная реакторная система IKA LR 1000 control; - весы аналитические VIBRA HT-240 RCE ; - термометр контактный ТК – 5.04; - деионизатор воды «Спектр»; - устройство для определения объемной и насыпной плотности и сыпучести RR/BDA R60; - прибор ПТП-М; - ротационный вискозиметр Брукфильда DV2TLV; - термостат воздушный лабораторный ТВЛ-К50; - центрифуга IKA Mini G; - диспергатор IKA ULTRA-TURRAX T 25 digital; - химически-стойкий диафрагменный насос-дозатор KNFFEM 1.10 KT.18 S; - ИК Спектрометр ФУРЬЕ ФСМ 2201; - учебная лабораторная установка для исследования процесса пиролиза углеводов ЛБ 02069639.240501; - комплекс аппаратно-программный для медицинских исследований на базе хроматографа	Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория «Полимеры». Комплект мультимедийного и сервисного оборудования: ноутбук в комплекте; компьютер в комплекте; принтер; телевизор.

	«Хроматэк-Кристалл 5000».	
3	-	Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ноутбуки в комплекте

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям

Лабораторные занятия на протяжении изучения курса являются одной из основных форм аудиторной работы. Основная задача лабораторных занятий заключается в том, чтобы расширить и углубить знания обучающихся, полученные ими на лекциях и в результате самостоятельной работы с учебниками и учебными пособиями, научной и научно-популярной литературой.

Знакомство с нанотехнологиями начинается с получения наноматериала. Есть две группы способов получения нанобъектов: физические и химические. Обучающиеся изучают химический способ получения нанозолота и наносеребра. Эти элементы – модельные объекты в нанотехнологии (количество работ по получению наночастиц золота и исследованию его свойств превышает число публикаций по наночастицам всех остальных металлов вместе взятых). Есть и эстетическая сторона опыта: в течение 15 минут кипячения раствора (восстановление иона $AuCl_4$ и образование наночастиц золота) цвет реакционной смеси изменяется от слабо желтой окраски на темно-синюю, далее фиолетовую и окончательно рубиновокрасную (наночастицы Au). Изменение цвета раствора связано со структурными превращениями, происходящими в системе, которые можно синхронно показывать на экране дисплея. Изготовление большинства используемых на практике видов наноструктур и фотонных кристаллов в настоящее время сопряжено с жесткими требованиями к чистоте производства, а также с необходимостью использования высокоточного дорогостоящего оборудования, предполагающего, в свою очередь, специальное обучение персонала. Проведение лабораторного практикума с использованием таких технологий изготовления наноразмерных материалов, как магнетронное и высокочастотное распыление, травление фокусированным ионным пучком, электронная и ионная литография и т.п. потребовало бы значительных временных и финансовых затрат, что не представляется возможным в условиях, ограниченных учебным планом и временем занятия. В связи с этим для изучения принципов изготовления и исследования свойств наноструктурированных материалов были выбраны методики, позволяющие полностью выполнить задания лабораторного практикума за установленное время и не требующие специальной предварительной подготовки. Модуль состоит из пяти лабораторных работ, последовательность выполнения которых включает в себя: 1) изготовление наноструктур, 2) исследование их структурных и функциональных характеристик, 3) исследование свойств отдельных наночастиц. Одной из основных сложностей, с которыми приходится сталкиваться в процессе изготовления наноматериалов, является необходимость проведения контроля качества и основных структурных параметров изготавливаемых структур по показаниям приборов, используемых в технологическом процессе. Правильно подобранные параметры изготовления обеспечивают требуемое качество, в то время как даже незначительные отклонения от установленных требований могут привести к существенному искажению свойств. В связи с этим, приобретение навыков работы с приборами в условиях, строго ограниченных технологическими требованиями изготовления наноструктур, является одной из основных методических задач практикума. Этой цели посвящена лабораторная работа, по изготовлению двумерных структур оксида алюминия методом анодного травления. В следующей лабораторной работе проводится исследование структуры образцов, полученных

студентами, с использованием методики зондовой микроскопии. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ) является одним из наиболее мощных современных методов исследования с высоким пространственным разрешением морфологии и локальных свойств поверхности твердого тела и наноструктур на этой поверхности, освоение принципов работы с которым является неотъемлемой частью изучения курса «Материалы и методы нанотехнологий». Пятая лабораторная работа посвящена изучению оптических свойств упорядоченных и неупорядоченных наноструктур. Наиболее перспективные приложения упорядоченных наноструктур связаны с их фотонно-кристаллическими свойствами. Область применения фотонных кристаллов очень широка; а многие прогнозы развития технологий связывают будущее современной электроники именно с фотонными кристаллами. Оптические свойства наноструктур и фотонных кристаллов на их основе являются определяющими для возможного применения этих материалов.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимися по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, подготовка презентационного материала по теме курсового проекта, выполнение контрольных задач, тестирование и др. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина).

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа с преподавателем включает в себя индивидуальные консультации обучающихся в течение семестра.

Самостоятельная работа с группой включает проведение текущих консультаций перед промежуточными видами контроля или итоговой аттестации.

Самостоятельная работа обучающегося без преподавателя включает в себя подготовку к различным видам контрольных испытаний, подготовку и написание самостоятельных видов работ.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся должен внимательно выслушать инструктаж преподавателя по выполнению задания, который включает определение цели задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает обучающихся о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся используются аудиторные занятия, аттестационные мероприятия, самоотчеты.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающегося являются: уровень освоения обучающимся учебного материала; умение обучающегося

использовать теоретические знания при выполнении практических заданий; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Нанотехнологии и наноматериалы

Код, направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология органических веществ

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и контролировать эксплуатацию технологических объектов	ПКС-1.1 Осуществляет управление технологическим процессом; проводит сверку сходимости баланса потребляемого сырья и выработки товарной продукции; рассчитывает планируемую потребность реагентов, материалов для выполнения производственных заданий предприятий по производству наноматериалов эффективно и	Знать: производственно-технологическую и нормативную документацию предприятий по производству наноматериалов (31);	не имеет представления о производственно-технологической и нормативной документации предприятий по производству наноматериалов	демонстрирует отдельные знания производственно-технологической и нормативной документации предприятий по производству наноматериалов	демонстрирует достаточные знания производственно-технологической и нормативной документации предприятий по производству наноматериалов	демонстрирует исчерпывающие знания производственно-технологической и нормативной документации предприятий по производству наноматериалов
		Уметь: рассчитать планируемую потребность реагентов, материалов для выполнения производственных заданий предприятий по производству наноматериалов (У1);	не умеет рассчитать планируемую потребность реагентов, материалов для выполнения производственных заданий предприятий по производству наноматериалов	способен рассчитать планируемую потребность реагентов, материалов для выполнения производственных заданий предприятий по производству наноматериалов	Умеет рассчитать планируемую потребность реагентов, материалов для выполнения производственных заданий предприятий по производству наноматериалов	безошибочно умеет рассчитать планируемую потребность реагентов, материалов для выполнения производственных заданий предприятий по производству наноматериалов

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	безопасно эксплуатирует оборудование; осуществляет входной и выходной контроль над сырьем и продукцией технологического объекта; пользуется производственно-технологической и нормативной документацией	Владеть: навыками эффективной и безопасной эксплуатации оборудования предприятий по производству наноматериалов (В1).	Не владеет навыками эффективной и безопасной эксплуатации оборудования предприятий по производству наноматериалов	Владеет не всеми навыками эффективной и безопасной эксплуатации оборудования предприятий по производству наноматериалов	Владеет основными навыками эффективной и безопасной эксплуатации оборудования предприятий по производству наноматериалов	В совершенстве владеет основными навыками эффективной и безопасной эксплуатации оборудования предприятий по производству наноматериалов
	ПКС-1.2 Выявляет неисправности или отклонения от нормы в работе оборудования, причины этих неисправностей; предупреждает и устраняет нарушения хода производственного процесса; обеспечивает подготовку технологического оборудования к проверке и ремонту	Знать: нарушения хода производственного процесса предприятий по производству наноматериалов (32);	не знает нарушения хода производственного процесса предприятий по производству наноматериалов	частично демонстрирует знания нарушений хода производственного процесса предприятий по производству наноматериалов	демонстрирует знания нарушений хода производственного процесса предприятий по производству наноматериалов	Демонстрирует углубленные знания нарушений хода производственного процесса предприятий по производству наноматериалов
		Уметь: выявить неисправности или отклонения от нормы в работе оборудования предприятий по производству наноматериалов, установить причины этих неисправностей (У2);	не способен выявить неисправности или отклонения от нормы в работе оборудования предприятий по производству наноматериалов, установить причины этих неисправностей	способен выявить неисправности или отклонения от нормы в работе оборудования предприятий по производству наноматериалов, установить причины этих неисправностей	умеет грамотно выявить неисправности или отклонения от нормы в работе оборудования предприятий по производству наноматериалов, установить причины этих неисправностей	свободно демонстрирует умение выявить неисправности или отклонения от нормы в работе оборудования предприятий по производству наноматериалов, установить причины этих неисправностей

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: навыками подготовки технологического оборудования предприятий по производству наноматериалов к проверке и ремонту (В2).	не владеет навыками подготовки технологического оборудования предприятий по производству наноматериалов к проверке и ремонту	частично владеет навыками подготовки технологического оборудования предприятий по производству наноматериалов к проверке и ремонту	владеет необходимыми навыками подготовки технологического оборудования предприятий по производству наноматериалов к проверке и ремонту	уверенно владеет навыками подготовки технологического оборудования предприятий по производству наноматериалов к проверке и ремонту
		Знать: причины, вызывающие отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции предприятий по производству наноматериалов (З3);	не знает причины, вызывающие отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции предприятий по производству наноматериалов	частично знает причины, вызывающие отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции предприятий по производству наноматериалов	Знает причины, вызывающие отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции предприятий по производству наноматериалов	демонстрирует исчерпывающие знания причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции предприятий по производству наноматериалов
		Уметь: подготовить предложения по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество продукции и устойчивость работы оборудования на производстве выпуска наноматериалов (У3);	не способен подготовить предложения по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество продукции и устойчивость работы оборудования на производстве выпуска наноматериалов	способен подготовить предложения по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество продукции и устойчивость работы оборудования на производстве выпуска наноматериалов	умеет грамотно подготовить предложения по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество продукции и устойчивость работы оборудования на производстве выпуска наноматериалов	свободно демонстрирует умение подготовки предложений по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество продукции и устойчивость работы оборудования на производстве выпуска наноматериалов

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: навыками принятия мер по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции наноматериалов (В3).	не владеет навыками принятия мер по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции наноматериалов	частично владеет навыками принятия мер по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции наноматериалов	владеет необходимыми навыками принятия мер по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции наноматериалов	уверенно владеет навыками принятия мер по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента на производстве выпуска продукции наноматериалов
ПКС-4 Способен разрабатывать и совершенствовать технологии производства продукции	ПКС-4.1 Разрабатывает технологические проекты производства новой продукции; проводит и оценивает результаты исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве продукции, в том числе новой	Знать: передовые технологии производства новой продукции (З4);	не знает передовые технологии производства новой продукции	частично демонстрирует знания передовых технологий производства новой продукции	демонстрирует знания передовых технологий производства новой продукции	Демонстрирует углубленные знания передовых технологий производства новой продукции
		Уметь: проводить и оценить результаты исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов (У4);	не способен проводить и оценить результаты исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов	способен проводить и оценить результаты исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов	умеет грамотно проводить и оценить результаты исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов	Демонстрирует повышенные умения проводить и оценить результаты исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов
		Владеть: навыками принятия исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов (В4).	не владеет навыками принятия исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов	частично владеет навыками принятия исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов	владеет необходимыми навыками принятия исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов	уверенно владеет навыками принятия исследований и экспериментов испытания техники и технологии в производстве наноматериалов

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	ПКС-4.2 Способен совершенствовать технологии, внедрять достижения науки и техники, изобретения в производство	Знать: передовые технологии производства наноматериалов (35);	не знает передовые технологии производства наноматериалов	частично демонстрирует знания передовых технологий производства наноматериалов	демонстрирует знания передовых технологий производства наноматериалов	Демонстрирует углубленные знания передовых технологий производства наноматериалов
		Уметь: применять полученные знания на практике в технологическом процессе производства наноматериалов (У5);	не способен применять полученные знания на практике в технологическом процессе производства наноматериалов	способен применять полученные знания на практике в технологическом процессе производства наноматериалов	умеет грамотно применять полученные знания на практике в технологическом процессе производства наноматериалов	Демонстрирует повышенные умения применять полученные знания на практике в технологическом процессе производства наноматериалов
		Владеть: навыками внедрения изобретений в производство наноматериалов (В5).	не владеет навыками внедрения изобретений в производство наноматериалов	частично владеет навыками внедрения изобретений в производство наноматериалов	владеет необходимыми навыками внедрения изобретений в производство наноматериалов	уверенно владеет навыками внедрения изобретений в производство наноматериалов
	ПКС-4.3 Определяет условия синтеза полимерных и композиционных материалов, регулирует технологическое оборудование для синтеза полимерных и композиционных материалов	Знать: свойства и условия синтеза полимерных и композиционных наноматериалов (36);	не знает свойства и условия синтеза полимерных и композиционных наноматериалов	частично демонстрирует знания свойств и условий синтеза полимерных и композиционных наноматериалов	демонстрирует знания свойств и условий синтеза полимерных и композиционных наноматериалов	Демонстрирует углубленные знания свойств и условий синтеза полимерных и композиционных наноматериалов
		Уметь: проводить технологический процесс синтеза наноматериалов в условиях технологического регламента (У6);	не способен проводить технологический процесс синтеза наноматериалов в условиях технологического регламента	способен проводить технологический процесс синтеза наноматериалов в условиях технологического регламента	умеет грамотно проводить технологический процесс синтеза наноматериалов в условиях технологического регламента	Демонстрирует повышенные умения проводить технологический процесс синтеза наноматериалов в условиях технологического регламента

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: навыками регулирования технологического оборудования для синтеза полимерных и композиционных наноматериалов (В6).	не владеет навыками регулирования технологического оборудования для синтеза полимерных и композиционных наноматериалов	частично владеет навыками регулирования технологического оборудования для синтеза полимерных и композиционных наноматериалов	владеет необходимыми навыками регулирования технологического оборудования для синтеза полимерных и композиционных наноматериалов	уверенно владеет навыками регулирования технологического оборудования для синтеза полимерных и композиционных наноматериалов
	ПКС-4.4 Рассчитывает и выбирает регулируемые параметры технологического процесса; производит настройку технологического оборудования; контролирует выполнение результатов лабораторных испытаний полимерных композиционных материалов с новыми свойствами	Знать: методики расчета и выбора параметров технологического процесса производства наноматериалов (37);	не знает методики расчета и выбора параметров технологического процесса производства наноматериалов	частично демонстрирует знания методик расчета и выбора параметров технологического процесса производства наноматериалов	демонстрирует знания методик расчета и выбора параметров технологического процесса производства наноматериалов	Демонстрирует углубленные знания методик расчета и выбора параметров технологического процесса производства наноматериалов
Уметь: проводить настройку технологического оборудования (У7);		не способен проводить настройку технологического оборудования	способен проводить настройку технологического оборудования	умеет грамотно проводить настройку технологического оборудования	Демонстрирует повышенные умения производить настройку технологического оборудования	
Владеть: навыками контроля и анализа результатов лабораторных испытаний полимерных и композиционных наноматериалов с новыми свойствами (В7).		не владеет навыками контроля и анализа результатов лабораторных испытаний полимерных и композиционных наноматериалов с новыми свойствами	частично владеет навыками контроля и анализа результатов лабораторных испытаний полимерных и композиционных наноматериалов с новыми свойствами	владеет необходимыми навыками контроля и анализа результатов лабораторных испытаний полимерных и композиционных наноматериалов с новыми свойствами	уверенно владеет навыками контроля и анализа результатов лабораторных испытаний полимерных и композиционных наноматериалов с новыми свойствами	

КАРТА
обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Нанотехнологии и наноматериалы

Код, направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология органических веществ

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Витязь, П. А. Основы нанотехнологий и наноматериалов : учебное пособие / П. А. Витязь, Н. А. Свидунович. — Минск : Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — ISBN 978-985-06-1783-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/20108.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей	ЭР	30	100	+
2	Особенности физико-химических свойств нанопорошков и наноматериалов : учебное пособие / А. П. Ильин, А. В. Мостовщиков, А. В. Коршунов, Л. О. Роот. — 2-е изд. — Томск : ТПУ, 2017. — 212 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106760 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	30	100	+
3	Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/149303 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	30	100	+

Заведующий кафедрой  С.А. Татьянаенко

«30» августа 2021 г.

Начальник ОИО  Л.Б. Половникова

«30» августа 2021 г.

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Нанотехнологии и наноматериалы
на 2022-2023 учебный год**

Дополнения и изменения не вносятся (дисциплина в 2022-2023 уч. году не изучается).

Дополнения и изменения внес:
Канд. било. наук



Ю. К. Смирнова

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Заведующий кафедрой



С. А. Татьяненко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой



С. А. Татьяненко

«29» августа 2022 г.

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Нанотехнологии и наноматериалы
на 2023-2024 учебный год**

Дополнения и изменения в рабочую программу не вносятся (дисциплина в 2023-2024 учебном году не изучается).

Дополнения и изменения внес:
Канд. било. наук



Ю. К. Смирнова

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Заведующий кафедрой _____



С. А. Татьянаенко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____



С. А. Татьянаенко

«31» августа 2023 г.

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Нанотехнологии и наноматериалы
на 2024-2025 учебный год**

Дополнения и изменения в рабочую программу не вносятся (дисциплина в 2024-2025 учебном году не изучается).

Дополнения и изменения внес:
Канд. биол. наук



Ю. К. Смирнова

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Заведующий кафедрой



С. А. Татьяненко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой



С. А. Татьяненко

«04» апреля 2024 г.