

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.ОД.11	Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов

Код направления подготовки	28.03.03
Направление подготовки	Наноматериалы
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Композиционные и функциональные наноматериалы (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2017
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Год разработки/обновления	2016

Разработчики:

должность	ученая степень, учёное звание	ФИО
профессор	д.т.н., профессор	Самченко С.В.
доцент	к.х.н., доцент	Земскова О.В.
старший преподаватель	-	Козлова И.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология вяжущих веществ и бетонов», Протокол № 4 от 08.11.2016 г.

Заведующий кафедрой

 / Баженов Ю.М. /
Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № 2 от 14.11.2016 г.

Председатель (зам. председателя)
методической комиссии

 / Самченко С.В. /
Подпись, ФИО

Согласовано:

ЦОСП


дата _____ Подпись, ФИО

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов» является углубление уровня освоения компетенций обучающихся в области получения практических знаний по теоретическим основам процессов, принципам устройства и методам расчета аппаратов, используемых для проведения этих процессов и режиму работы аппаратов.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы» (уровень образования – бакалавриат).

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

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
Способностью применять базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме необходимом в профессиональной деятельности основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1	Знает теоретические основы тепловых и массообменных процессов, протекающие в аппаратах, предназначенных для синтеза наночастиц и наноматериалов, применяя базовые знания в области химии, физики, математики и на стыке дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального цикла	31
		Умеет применять основные законы дисциплин естественнонаучного цикла в описании процессов и аппаратов, предназначенных для синтеза наночастиц и наноматериалов, производить расчеты и выбирать оптимальные параметры работы аппаратов, подбирать аппараты для определенного технологического цикла с учетом условий эксплуатации.	У1
		Имеет навыки в работе с методами расчета аппаратов для синтеза наночастиц и наноматериалов, в проведение экспериментально-исследовательской деятельности по улучшению работы аппаратов в технологии получения наноматериалов.	Н1
Способностью применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики изделий из наноматериалов и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	ПК-3	Знает принципы работы аппаратов, применяемых для синтеза наночастиц и наноматериалов; процессы, протекающие при синтезе наночастиц, их модифицировании в матрицу материалов строительного назначения, методики комплексных исследований полученных композиционных материалов на наноструктурированной основе	32
		Умеет проводить синтез наночастиц и их модифицирование в матрицу материалов строительного назначения, проводить стандартные и сертификационные испытания композиционных материалов на наноструктурированной основе, применяя методики комплексного исследования и методы диагностики наноматериалов	У2

		Имеет навыки в синтезе наночастиц, их модифицировании в матрицу материалов строительного назначения, в проведении стандартных и сертификационных испытаний композиционных материалов на наноструктурированной основе.	Н2
Способностью применять навыки использования технологических операций, оборудования, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации основных типов наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы (твердых, жидких, гелеобразных, аэрозольных), включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, а также изделий на их основе и процессов получения с элементами экономического анализа и учетом правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда	ПК-6	Знает процессы, протекающие при синтезе наночастиц и наноматериалов органической и неорганической природы, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, методики синтеза и исследования наноматериалов с учетом правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда	З3
		Умеет проводить технологические операции, протекающие при синтезе наночастиц органической и неорганической природы, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, с учетом правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда; применять методики исследования синтезированных наноматериалов и производить оценку их качества	У3
		Имеет навыки в проведении технологических операций, протекающих при синтезе наночастиц органической и неорганической природы, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, с учетом правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда; в применении методик исследования синтезированных наноматериалов и в оценке их качества	Н3

3. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины/модули» основной (профессиональной) образовательной программы по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы» (уровень образования - бакалавриат), профиль «Композиционные и функциональные наноматериалы». Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины «Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия».

Для освоения дисциплины «Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные физические законы и принципы, лежащие в основе современной физической картины мира; наиболее важные открытия в области физики,

оказавшие определяющее влияние на развитие техники и технологии; методы научного познания природы

уметь:

- планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по естественнонаучным дисциплинам в расчетах аппаратов для синтеза наночастиц;

Иметь навыки:

- в применении фундаментальных физических законов и принципов, лежащих в основе современной физической картины мира, с целью использования полученных знаний в практической деятельности.

Дисциплина «Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов» является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Основы синтеза наночастиц и наноматериалов», «Функциональные и специальные наноматериалы», «Проектирование функциональных наноматериалов» / «Проектирование простейших молекулярных систем».

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единицы, 288 академических часа (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				Самостоятельная работа		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые занятия - комп. практикумы	в период теор. обучения	в сессию	
1	Классификация методов синтеза наночастиц. Химические реакции и реакционное оборудование	5	1-4	5	-	-	-	25	6	Домашнее задание №1
2	Тепловые процессы	5	5-10	6	-	12	-	14	6	Домашнее задание №1 Контроль работы на практических

										занятиях
3	Массообменные процессы	5	11-16	5	-	4	-	19	6	Домашнее задание №1 Контроль работы на практических занятиях -
	Итого (5 семестр)	5	-	16	-	16	-	58	18	Зачет
4	Реакторы для получения углеродных нанотрубок и изучение процессов, протекающих в них	6	25-28	4	-	16	-	8	8	Контроль работы на практических занятиях; домашнее задание №2
5	Процессы, протекающие в аморфных и упорядоченных матрицах.	6	29-31	4	-	-	-	17	7	Контроль работы на практических занятиях; домашнее задание №2
6	Ультразвуковые аппараты для получения функциональных и конструкционных наноматериалов	6	32-34	4	-	10	-	17	7	Контроль работы на практических занятиях; контроль выполнения курсового проекта
7	Сверхтонкое измельчение частиц. Процессы, протекающие при измельчении	6	35	2	-	-	-	27	7	Домашнее задание №2
8	Техника безопасности и охрана труда при проведении синтеза наночастиц	6	36	2	-	6	-	27	7	Домашнее задание №2
	Итого (6 семестр)	6	-	16	-	32	-	96	36	Защита курсового проекта, Экзамен
	Итого (5,6 семестр):	5,6	-	32	-	48	-	154	54	Зачет, экзамен

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

5.1. Содержание лекционных занятий

Форма обучения – очная:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Классификация методов синтеза наночастиц. Химические реакции и реакционное оборудование	Синтез наноматериалов «снизу вверх» (Bottom-up): испарение в электрической дуге, лазерное испарение, CVD, магнетронное распыление, синтез в нанореакторах, золь-гель метод, гидротермальный синтез; Синтез наноматериалов «сверху вниз» (Top-down):	5

		<p>механохимический помол, сонохимия, удаление компонента гетерогенной системы.</p> <p>Методы контролируемой организации наноструктур «снизу вверх»: синтез в обращенных мицеллах, синтез в пленках Ленгмюра-Блоджетт, синтез в адсорбционных слоях или твердофазовых нанореакторах</p> <p>Методы формирования наносистем «сверху вниз»: механохимические методы (помол в планетарных или в струйно-вихревых мельницах, распад твердых растворов с образованием новых фаз под действием механических напряжений, ультразвуковая обработка); химические методы (закалка стеклянной или солевой матрицы с растворимым веществом – метод кристаллизации стекла, спинодальный распад сплавов).</p> <p>Виды реакций: спонтанные, термические, каталитические, электрохимические; факторы, влияющие на ход реакций.</p> <p>Реакционные аппараты периодического и непрерывного действия; реакционные аппараты высокого давления, реакционные печи, электролитические аппараты.</p>	
2	Тепловые процессы	<p>Тепловые процессы. Теоретические основы теплопередачи. Особенности процессов теплопередачи, имеющих место в тепловых аппаратах. Передача тепла конвекцией. Уравнение конвекции. Тепловое подобие. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния. Теплопроводность. Уравнение теплопроводности. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Сложный теплообмен. Теплопередача при постоянных и переменных температурах. Определение потерь тепла и выбор изоляции.</p> <p>Нагревание, охлаждение, конденсация. Общие сведения. Источники тепла. Методы нагревания и технико-экономические характеристики. Способы охлаждения. Конструкции теплообменных аппаратов.</p>	6
3	Массообменные процессы	<p>Массообменные процессы. Основы массопередачи. Механизм процесса. Общая характеристика массообменных процессов. Абсорбция. Теоретические основы процесса. Десорбция. Устройство абсорбционных аппаратов. Адсорбция. Теоретические основы и скорость процесса адсорбции. Устройство адсорберов.</p> <p>Кристаллизация. Равновесие при кристаллизации. Скорость кристаллизации. Способы кристаллизации. Устройство кристаллизаторов.</p> <p>Сушка. Общая характеристика процесса. Статика сушки, I-x- диаграмма влажного воздуха. Расход теплоносителя на сушку. Варианты процесса сушки. Материальный и тепловой балансы. Кинетика сушки. Механизм процесса сушки. Кривая скорости сушки.</p>	5
		Итого (5 семестр)	16
4	Реакторы для получения углеродных нанотрубок и изучение процессов, протекающих в них	<p>Аппаратура для получения углеродных наноматериалов: аппараты для газофазного химического осаждения; реакторы с виброоживленным слоем катализатора; аппараты для дугового синтеза углеродных наноматериалов;</p> <p>Аппаратура для синтеза катализаторов, используемых в получении углеродного наноматериала «Таунит»</p> <p>Технологическая схема получения углеродных наноматериалов в аппарате с неподвижным слоем катализатора</p>	4
5	Процессы, протекающие в аморфных и	Процессы зародышеобразования и роста кристаллов в аморфной матрице, на примере стекла.	4

	упорядоченных матрицах.	Наночастицы в нульмерных нанореакторах. Цеолиты, ионообменные свойства, применение в производстве нанокompозитов. Наночастицы в одномерных нанореакторах. Мезопористые молекулярные сита. Способы контроля размера пор. Наночастицы в двумерных нанореакторах. Слоистые двойные гидроксиды (СДГ). Нанолитография: оптическая, электронно-лучевая, ионно-лучевая, безмасочная, анооксидирование. Процессы, протекающие при нанолитографии.	
6	Ультразвуковые аппараты для получения функциональных и конструкционных наноматериалов	Направления применения ультразвукового воздействия. Кавитация. Механизм кавитационного разрушения. Процесс гомогенизации и разрушения агломератов наночастиц в вязких жидкостях. Ультразвуковое оборудование для получения и модификации наночастиц. Коагуляция наночастиц при воздействии в жидких средах. Акустическая коагуляция наночастиц в газовых средах. Улавливание наночастиц в газовых средах. Акустическая сушка. Ультразвуковые сушильные установки. Акустическое разрушение пены. Динамика процесса разрушения пены. Мелкодисперсное распыление. Ультразвуковые распылительные аппараты низкочастотного ультразвукового диапазона. Распыление высоковязких жидкостей, содержащих наночастицы. Исследование работы ультразвуковых аппаратов при реализации различных процессов химической технологии.	4
7	Сверхтонкое измельчение частиц. Процессы, протекающие при измельчении	Процессы, протекающие при измельчении твердых тел. Виды нагрузок при измельчении. Процессы разрушения и разрыва. Физико-механические основы измельчения. Мельницы для сверхтонкого измельчения: вибрационные, струйные, коллоидные.	2
8	Техника безопасности и охрана труда при проведении синтеза наночастиц	Законодательные акты по защите окружающей среды. Область защиты окружающей среды: воздух, вода. Уничтожение отходов химического производства. Нормы техники безопасности и охраны труда при проведении синтеза наночастиц	2
		Итого (6 семестр)	16
		Итого (5,6 семестр)	32

5.2. Лабораторный практикум

Не предусмотрен учебным планом

5.3. Перечень практических занятий

Форма обучения – очная:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Тепловые процессы	«Решение аналитических задач» Целью занятия является научиться решать задачи по теплообмену в тепловых агрегатах и применять в профессиональной деятельности	2
2	Тепловые процессы	«Изучение процесса теплопередачи в двухтрубчатом теплообменнике»	4

		<p><i>Целью занятия является</i> научиться определять основных характеристик работы аппарата:</p> <ul style="list-style-type: none"> - коэффициента теплоотдачи от пара к стенке; - коэффициента теплоотдачи от стенки к воде; - коэффициента теплопередачи «К»; - среднего температурного напора; - количества тепла, переданного паром; - количества тепла, полученного водой; <p>поверхности теплопередачи опытным путем и сравнение ее значения с расчетной.</p>	
3	Тепловые процессы	<p>«Исследование тепловой нагрузки теплообменного аппарата» Целью занятия является составление тепловых балансов и определение теплотехнических характеристик аппаратов химических производств, предназначенных для синтеза наночастиц.</p>	6
4	Массообменные процессы	<p>«Решение аналитических задач» <i>Целью занятия является</i> научиться решать задачи по массообмену в аппаратах химических производств, предназначенных для синтеза наночастиц, и применять в профессиональной деятельности</p>	2
5	Массообменные процессы	<p>«Определение удельного расхода теплоносителя на сушку материала» <i>Целью занятия является</i> закрепление теоретических знаний и получение навыков в расчетах удельного расхода теплоносителя на сушку. Построение процесса сушки на I-d-диаграмме (теоретического и действительного)</p>	2
		Итого (5 семестр)	16
1	Реакторы для получения углеродных нанотрубок и изучение процессов, протекающих в них	<p>«Изучение работы аппаратов для синтеза наночастиц» Целью занятия является ознакомить обучающихся с работой реакторов для синтеза наночастиц, рассчитывать параметры аппаратов и выход продукта.</p>	16
2	Ультразвуковые аппараты для получения функциональных и конструкционных наноматериалов	<p>«Изучение процесса сушки в акустической сушилке» Целью работы является Определение скорости сушки и интенсивности испарения влаги. Построение кривой сушки материала и кривой скорости сушки.</p>	4
3	Ультразвуковые аппараты для получения функциональных и конструкционных наноматериалов	<p>«Изучение процесса ультразвукового диспергирования наночастиц» Целью занятия является ознакомление обучающихся с работой ультразвуковых аппаратов. Сопоставление результатов воздействия ультразвуковой обработки на процесс гомогенизации и равномерное распределение частиц нано- и тонкодисперсного состояния на примере углеродных нанотрубок, nanoалюминия и тонкомолотых неорганических материалов (шлаков, трепела, золы-унос).</p>	6
4	Техника безопасности и охрана труда при проведении синтеза наночастиц	<p>«Область защиты окружающей среды: воздух – изучение работы циклона» Целью занятия является ознакомление с работой циклона; исследование зависимости степени очистки циклона и его гидравлического сопротивления от условной скорости газового потока.</p>	6
		Итого (6 семестр)	32
		Итого (5,6 семестр)	48

5.4. Групповые занятия – компьютерные практикумы

Учебным планом компьютерные практикумы не предусмотрены

5.5. Самостоятельная работа

Форма обучения – очная:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Классификация методов синтеза наночастиц. Химические реакции и реакционное оборудование	– Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины; – Выполнение домашнего задания №1; - Подготовка к зачету	25	6
2	Тепловые процессы	– Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины; – Самостоятельное выполнение заданий практических занятий; – Выполнение домашнего задания №1; - Подготовка к зачету.	14	6
3	Массообменные процессы	– Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины; – Самостоятельное выполнение заданий практических занятий; – Выполнение домашнего задания №1; - Подготовка к зачету	19	6
		Итого (5 семестр)	58	18
4	Реакторы для получения углеродных нанотрубок и изучение процессов, протекающих в них	– Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины; – Самостоятельное выполнение заданий практических занятий; – Выполнение домашнего задания №2; - Подготовка к экзамену.	8	8
5	Процессы, протекающие в аморфных и упорядоченных матрицах.	– Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины; – Выполнение домашнего задания №2; - Подготовка к экзамену.	17	7
6	Ультразвуковые аппараты для получения функциональных и конструкционных наноматериалов	– Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины; – Выполнение и подготовка к защите курсового проекта; – Выполнение домашнего задания №2; - Подготовка к экзамену.	17	7
7	Сверхтонкое измельчение частиц. Процессы, протекающие при измельчении	– Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины; – Самостоятельное выполнение заданий практических занятий; – Выполнение домашнего задания №2; – Подготовка к экзамену.	27	7
8	Техника безопасности и охрана труда при проведении синтеза наночастиц	– Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины; – Самостоятельное выполнение заданий практических занятий;	27	7

		– Выполнение домашнего задания №2; – - Подготовка к экзамену.		
		Итого (6 семестр)	96	36
		Итого (5,6 семестр)	154	54

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Основные принципы организации самостоятельной работы обучающихся изложены в Положении об организации самостоятельной работы обучающихся (НИУ МГСУ).

В рамках самостоятельной работы студенты изучают отдельные теоретические вопросы по разделам дисциплины, повторяют лекционный материал, выполняют курсовой проект и готовятся к его защите, готовятся к зачету и экзамену.

Формы организации самостоятельной работы обучающихся:

- чтение и изучение основной и дополнительной литературы, включая справочные издания, конспект лекций;
- изучение нормативной базы дисциплины;
- ознакомление с терминами и понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников;
- написание собственного конспекта лекций;
- изучение методической литературы по дисциплине (методических указаний и др.)
- осуществление подготовки к мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по вопросам, указанным в рабочей программе дисциплины и фонде оценочных средств;
- составление перечня неувоенных вопросов с последующей консультацией у преподавателя.

Самостоятельная работа студента направлена на изучение теоретического материала, а также выполнение заданий, поставленных перед студентами на лекционных и практических занятиях. Обучающийся получает навыки работы с научно-технической литературой и самоорганизации процесса обучения.

Для полного освоения дисциплины обучающимися необходимо выполнить следующие действия:

1. Посетить курс лекций, на которых будут подробно раскрыты основные темы изучаемой дисциплины, даны рекомендации по самостоятельной подготовке, справочные материалы для изучения. При прослушивании лекционного курса необходимо составить конспект лекций. Конспект лекций проверяется преподавателем.

2. Самостоятельно подготовиться к проведению каждого практического занятия в требуемом объеме: изучить рекомендованные преподавателем методические указания, изучить необходимый теоретический материал. При изучении теоретического материала в рамках самостоятельной работы рекомендуется составить конспект.

3. Подготовиться к сдаче экзамена.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств по дисциплине для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля обучающихся является Приложением 1 к рабочей программе дисциплины.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине хранятся на кафедре, ответственной за преподавание данной дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

- учебно-методическую литературу, имеющуюся в НТБ НИУ МГСУ,
- учебную литературу, размещённую в Электронных библиотечных системах ЭБС АСВ и IPRbooks,
- методическую литературу, размещённую в ЭБС НИУ МГСУ.

Перечень используемой литературы ежегодно обновляется с учётом уровня развития науки и техники и представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
Раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Перечень тем по разделам дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися приведён в таблице.

Форма обучения – очная:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1	Классификация методов синтеза наночастиц. Химические реакции и реакционное оборудование	Преимущества и недостатки работы реакторов периодического и непрерывного действия. Идеальные и реальные реакторы. Комбинация реакторов.
2	Тепловые процессы	Тепловые процессы. Теоретические основы теплопередачи. Сложный теплообмен. Теплопередача при постоянных и переменных температурах. Источники тепла. Методы нагревания и технико-экономические характеристики. Способы охлаждения. Конструкции теплообменных аппаратов.
3	Массообменные процессы	Абсорбция. Теоретические основы процесса. Десорбция. Устройство абсорбционных аппаратов. Адсорбция.

		Теоретические основы и скорость процесса адсорбции. Устройство адсорберов. Равновесие при кристаллизации. Скорость кристаллизации. Способы кристаллизации. Устройство кристаллизаторов.
4	Реакторы для получения углеродных нанотрубок и изучение процессов, протекающих в них	Изучение научно-технической литературы, научных статей, диссертационных работ в области получения наноматериалов строительного назначения. Патентный поиск. Запатентованные схемы получения углеродных нанотрубок и других наноматериалов. Например, Процесс получения водного раствора наночастиц меди в СВЧ электромагнитном поле (Устройство для СВЧ обработки жидких диэлектрических материалов патент №2078404 2); Углеродное нановолокно и способ получения многостенных углеродных нанотрубок (патент №2567628) и т.д.
5	Процессы, протекающие в аморфных и упорядоченных матрицах.	Классификация ионообменных мембран. Строение. Закономерности процессов переноса в мембранах. Производство и применение ионообменных мембран.
6	Ультразвуковые аппараты для получения функциональных и конструкционных наноматериалов	Ультразвук в природе. Воздействие ультразвука на человека. Физический смысл. Различия ультразвука и звука. Границы ультразвукового диапазона. Перспективные конструкции ультразвуковых аппаратов.
7	Сверхтонкое измельчение частиц. Процессы, протекающие при измельчении	Классификация механических процессов. Методы измельчения. Основные законы измельчения. Теоретическая и истинная прочность материала. Интенсификация процесса измельчения. Кинетика измельчения и размолоспособность. Продукты измельчения.
8	Техника безопасности и охрана труда при проведении синтеза наночастиц	Механико-биологическая и биологическая очистка сточных вод. Высотные биореакторы. Очистка сильно загрязненной воды в отходах производств наноматериалов.

Организация учебной работы обучающихся на аудиторных занятиях осуществляется в соответствии с п. 4.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Информационные технологии
1	Классификация методов синтеза наночастиц. Химические реакции и реакционное оборудование	Слайд-презентации. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
2	Тепловые процессы	Слайд-презентации. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
3	Массообменные процессы	Слайд-презентации. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
4	Реакторы для получения углеродных нанотрубок и изучение процессов, протекающих в них	Слайд-презентации. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
5	Процессы, протекающие в аморфных и упорядоченных матрицах.	Слайд-презентации. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
6	Ультразвуковые аппараты для	Слайд-презентации. Интерактивное общение с

	получения функциональных и конструкционных наноматериалов	обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
7	Сверхтонкое измельчение частиц. Процессы, протекающие при измельчении	Слайд-презентации. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
8	Техника безопасности и охрана труда при проведении синтеза наночастиц	Слайд-презентации. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение, указанное в Приложении 3 к рабочей программе.

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине:

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Перечень материально-технического обеспечения дисциплины приведён в Приложении 4 к рабочей программе.

Приложение 1 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.ОД.11	Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов

Код направления подготовки	28.03.03
Направление подготовки	Наноматериалы
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Композиционные и функциональные наноматериалы (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2017
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Год разработки/обновления	2016

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формирование компетенций при изучении дисциплины происходит поэтапно, по мере освоения обучающимися разделов дисциплины.

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1	+	+	+	+	+	+	+	
ПК-3				+	+	+	+	
ПК-6				+	+	+	+	+

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценивание формирования компетенций осуществляется посредством прохождения обучающимися форм промежуточной аттестации и текущего контроля.

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы.

2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Формами оценивания компетенций являются мероприятия промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине, указанные в учебном плане и в п.4 рабочей программы.

Взаимосвязь форм и показателей оценивания компетенций приведена в таблице.

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания						Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль			Промежуточная аттестация			
		Домашнее задание №1	Домашнее задание №2	Контроль работы на практических занятиях	Защита курсового проекта	Зачет	Экзамен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПК-1	З1	+	+		+	+	+	+
	У1	+	+	+	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	З2		+		+		+	+
	У2		+	+	+		+	+
	Н2		+	+	+		+	+
ПК-6	З3		+		+		+	+
	У3		+	+	+		+	+
	Н3		+	+	+		+	+
ИТОГО		+	+	+	+	+	+	+

2.2. Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме зачёта (5 семестр) используется бинарная шкала:

Уровень освоения	Оценка
Ниже порогового	Не зачтено
Пороговый	Зачтено

При проведении промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта (6 семестр) используется четырёхбалльная шкала оценивания:

Уровень освоения	Оценка
Минимальный	«2» (неудовлетворительно)
Пороговый	«3» (удовлетворительно)
Углубленный	«4» (хорошо)
Продвинутый	«5» (отлично)

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена (6 семестр) используется четырёхбалльная шкала оценивания:

Уровень освоения	Оценка
Минимальный	«2» (неудовлетворительно)
Пороговый	«3» (удовлетворительно)
Углубленный	«4» (хорошо)
Продвинутый	«5» (отлично)

Критериями оценивания уровня освоения компетенций являются:

Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	Знание терминов и определений, понятий

	Знание основных закономерностей и соотношений, принципов
	Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)
	Полнота ответов
	Правильность ответов
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Освоение методик – умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

3.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся НИУ МГСУ.

Перечень типовых вопросов/заданий для проведения зачета в 5 семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вопросы / задания
1	Классификация методов синтеза наночастиц. Химические реакции и реакционное оборудование	<ul style="list-style-type: none"> - Виды реакций. Факторы, влияющие на ход реакций - Приведите классификацию реакционных аппаратов - Смесители открытого и закрытого типа - Преимущества и недостатки периодического режима -Преимущества и недостатки непрерывного режима -Реакционные аппараты для непрерывной работы: трубчатый, петлевой реакторы, реактор с псевдооживленным слоем -Идеальные смесители периодического и непрерывного действия -Реальные реакторы. Ступенчатая и батарейная схема комбинированного реактора - Колонные реакторы: колонна с колпачковыми тарелками, насадочная и барботажная колонны -Реакционные аппараты высокого давления -Какие условия оказывают влияние на выход продукта реакции и скорость ее протекания - Как проходят потоки веществ в колонне с колпачковыми тарелками - Синтез наноматериалов «снизу вверх» (Bottom-up); - Синтез наноматериалов «сверху вниз» (Top-down). - Синтез в обращенных мицеллах, -Синтез в пленках Ленгмюра-Блоджетт, - Синтез в адсорбционных слоях или твердофазовых нанореакторах

2	Тепловые процессы	<ul style="list-style-type: none"> - Теплопередача. Механизм процесса. - Отличие процесса теплопередачи от процесса теплоотдачи через однослойную стенку при постоянных температурах теплоносителей. - В каких расчетах применяется уравнение теплопередачи? - Нагревание глухим паром. Дайте схему аппарата и описание установки. Составьте тепловой баланс. Преимущества и недостатки применения этого способа. Значение теплового баланса. - Тепловые процессы. Теоретические основы теплопередачи. - Передача тепла конвекцией. Уравнение конвекции. - Теплоотдача при изменении агрегатного состояния. - Теплопроводность. Уравнение теплопроводности. - Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. - Сложный теплообмен. Теплопередача при постоянных и переменных температурах. - Источники тепла. Методы нагревания и технико-экономические характеристики. - Способы охлаждения. Конденсация. - Конструкции теплообменных аппаратов.
3	Массообменные процессы	<ul style="list-style-type: none"> - Основное уравнение массопередачи. Правило фаз. - Способы выражения состава фаз - Равновесные системы, закон Рауля-Дальтона - Материальный баланс и тепловой баланс ректификационной колонны - Способы создания орошения в ректификационной колонне - Сущность процессов абсорбции, десорбции, адсорбции - Материальный баланс абсорбера - Конструкции кристаллизаторов с естественной циркуляцией - Способы кристаллизации веществ - Факторы, влияющие на свойства кристаллов - Промышленные кристаллизаторы. Принцип работы. - Десорбция. Устройство абсорбционных аппаратов. - Адсорбция. Теоретические основы и скорость процесса адсорбции. Устройство адсорберов. - Кристаллизация. Равновесие при кристаллизации. Скорость кристаллизации. - Способы кристаллизации. Устройство кристаллизаторов. - Сушка. Общая характеристика процесса. Статика сушки, I-x-диаграмма влажного воздуха. - Кинетика сушки. Механизм процесса сушки. Кривая скорости сушки. - Формы связи влаги с материалом. Отличие действительного процесса сушки от теоретического. - Как можно определить расход воздуха на сушку? - Массообменные процессы. Основы массопередачи. Механизм процесса.

Перечень типовых вопросов/заданий для проведения экзамена в 6 семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вопросы / задания
1	Реакторы для получения углеродных нанотрубок и изучение процессов, протекающих в них	<ul style="list-style-type: none"> - Аппаратура для получения углеродных наноматериалов - Аппараты для газофазного химического осаждения; - Реакторы с виброоживленным слоем катализатора; - Аппараты для дугового синтеза углеродных наноматериалов; - Аппаратура для синтеза катализаторов, используемых в получении углеродного наноматериала «Таунит» - Технологическая схема получения углеродных наноматериалов в аппарате с неподвижным слоем катализатора

		<ul style="list-style-type: none"> - Опишите схему реактора с движущимися подложками -Микроволновая ХОП-система для производства углеродных нанотрубок -Установка каталитического синтеза многослойных УНТ - Опишите схему реактора непрерывного синтеза углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом метана с шнековым реактором - Опишите схему экспериментальной установки для синтеза углеродных нанотрубок методом каталитического пиролиза углеводородов - Опишите схему горизонтального периодического реактора для пиролиза углеродсодержащих газов - Опишите схему аппарата для проведения процесса CoMoCAT - Опишите схему процесса NiPCO - Опишите схему аппарата для производства углеродных нанотрубок способом лазерной абляции - Опишите схему распыления графита в плазме электрической дуги -Дуговой способ получения углеродных нанотрубок - Опишите схему установки синтеза углеродных наноматериалов под давлением -Реакторы с виброоживленным слоем катализатора -Вибратор с рециркуляционным контуром -Реактор с продольными каналами для подачи газа -Установка с реакторами разложения углеводорода и частичного окисления водорода -Зависимость удельного выхода продукта от времени проведения процесса -Аппараты для дугового синтеза углеродных наноматериалов -Опишите схему вакуумно-плазменной установки -Опишите электродуговую установку для синтеза фуллеренов и нанотрубок -Опишите схему плазмохимического реактора для получения углеродных нанотрубок -Аппараты пульсирующего горения -Опишите технологическую схему получения углеродных наноматериалов в аппарате с неподвижным слоем катализатора Аппарат вихревого слоя с вращающимся электромагнитным полем
2	<p>Процессы, протекающие в аморфных и упорядоченных матрицах.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Классификация ионообменных мембран. -Строение. Закономерности процессов переноса в мембранах. -Производство и применение ионообменных мембран. -Процессы зародышеобразования и роста кристаллов в аморфной матрице, на примере стекла. -Наночастицы в нульмерных нанореакторах. Цеолиты, ионообменные свойства, применение в производстве нанокмполитов. -Наночастицы в одномерных нанореакторах. Мезопористые молекулярные сита. Способы контроля размера пор. -Наночастицы в двумерных нанореакторах. Слоистые двойные гидроксиды (СДГ). -Нанолитография: оптическая, электронно-лучевая, ионно-лучевая, безмасочная, нанооксидирование. Процессы, протекающие при нанолитографии. -Процесс самоорганизации в наносистемах -Принцип Кюри -Соотношение Онсагера -Теорема Гласдорфа-Пригожина -Консервативная и диссипативная самоорганизация наносистем
3	<p>Ультразвуковые аппараты для получения функциональных и конструкционных наноматериалов</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ультразвук и его применение -Кавитация. Механизм кавитационного разрушения -Гомогенизация и разрушение агломератов наночастиц в

		<p>вязких дисперсионных средах</p> <ul style="list-style-type: none"> -Оборудование для получения и модификации наночастиц -Коагуляция наночастиц при воздействии в жидких средах. -Акустическая коагуляция наночастиц в газовых средах. -Улавливание наночастиц в газовых средах. -Акустическая сушка. Ультразвуковые сушильные установки. -Акустическое разрушение пены. Динамика процесса разрушения пены. -Мелкодисперсное распыление. Ультразвуковые распылительные аппараты низкочастотного ультразвукового диапазона. -Распыление высоковязких жидкостей, содержащих наночастицы. - Исследование работы ультразвуковых аппаратов при реализации различных процессов химической технологии. -Пневматические сушилки. -Сушилки с кипящим слоем. Распылительные сушилки.
4	Сверхтонкое измельчение частиц. Процессы, протекающие при измельчении	<ul style="list-style-type: none"> – Физико-механические основы измельчения – Измельчение твердых материалов. Микронизация – Классификация механических процессов. – Методы измельчения. – Основные законы измельчения. – Теоретическая и истинная прочность материала. – Интенсификация процесса измельчения. – Кинетика измельчения и размолоспособность. Продукты измельчения. – Вибрационные мельницы. Принцип действия – Струйные мельницы. Принцип действия – Коллоидные мельницы. Принцип действия – Планетарная мельница. Принцип действия
5	Техника безопасности и охрана труда при проведении синтеза наночастиц	<ul style="list-style-type: none"> - Вредные выбросы и вредные воздействия - Как осаждается летучая зола из отходящих газов - Какие меры принимаются в хранилищах специальных отходов для защиты грунтовых вод -Какие стадии включает в себя установка механико-биологической очистки сточных вод -Опишите процессы, происходящие в высотном биореакторе -Каким образом обезвреживаются ядовитые воды на нанотехнологических производствах -Каково назначение ультрафильтрации? -Осаждение вредных химических веществ на основе коагуляции -Примеры очистки сильно загрязненной воды в отходах нанотехнологий - Коагуляция частиц дисперсной фазы -Неоднородные системы и методы их разделения -Материальный баланс процесса разделения -Скорость стесненного осаждения. Зависимость скорости отстаивания от времени -Отстойники непрерывного действия -Многоярусные отстойники закрытого и сбалансированного типов - Разделение газовых систем -Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил -Мокрая очистка газов

		-Электрическая очистка газов -Коагуляция и укрупнение частиц, отделяемых при газоочистке -Сравнительные характеристики и выбор газоочистительной аппаратуры
--	--	---

Тематика курсового проекта:

Общая тема «Разработка проекта распылительной сушилки для получения наноматериалов»

Примерный вариант курсового проекта

Разработка проекта распылительной сушилки для получения нанокерамического порошка. Сушка производится смесью воздуха и продуктов сгорания природного газа. При этом сгорание топлива осуществляется внутри башни сушилки. Исходные данные для расчета, такие как: производительность сушилки по влажному материалу G (кг/ч), начальная температура теплоносителя $t_{нач}$ °С и отработанного теплоносителя $t_{кон}$ °С, средняя температура сушки $t_{ср}$ °С, относительная влажность материала - начальная $W_{нач}$ %, конечная после сушки $W_{кон}$ %, район расположения сушилки – выбираются по варианту задания, указанному преподавателем.

Исходные данные для расчета приведены в таблице

Таблица

№ варианта	Район расположения сушилки	G, кг/ч	Влажность W, %		Температура t, °С		средняя температура сушки $t_{ср}$, °С
			начальная	конечная	начальная	конечная	
0	Брянск	3000	45	5	650	80	300
1	Нижний Новгород	2500	46	8	700	95	300
2	Москва	3000	44	7	600	70	270
3	Алма-Ата	2000	43	6	650	80	300
4	Саратов	2500	45	7	700	90	350
5	Екатеринбург	2500	43	7	600	70	250
6	Москва	1700	42	5	600	75	280
7	Харьков	1500	42	5	650	80	330
8	Чита	2200	42	5	650	75	320
9	Казань	1800	45	6	600	70	280

Перечень типовых примерных вопросов для защиты курсового проекта:

1. Общая характеристика процесса сушки.
- 2 Кинетика сушки. Механизм процесса сушки.
- 3 Кривая скорости сушки.
- 4Формы связи влаги с материалом.
- 5 Отличие действительного процесса сушки от теоретического.
- 6 Как можно определить расход воздуха на сушку?
- 7 Массообменные процессы. Основы массопередачи. Механизм процесса.
- 8 -Акустическая сушка. Ультразвуковые сушильные установки.
- 9 Основные параметры влажного воздуха
- 10 Изобразите процесс изменения состояния воздуха на диаграмме
- 11 Равновесие при сушке
- 12 Классификация форм связи влаги с материалом по П.А. Ребиндеру
- 13 Влажность материала и изменение его состояния в процессе сушки
- 14 Материальный баланс сушки

- 15 Тепловой баланс сушки
- 16 Определение расходов воздуха и тепла на сушку
- 17 Изобразите процесс сушки на I-d диаграмме: теоретическая и действительная сушилка.
- 18 Аналитический способ определения расхода воздуха
- 19 Варианты процесса сушки
- 20 Сушка с частичным подогревом воздуха в сушильной камере
- 21 Сушка с промежуточным подогревом воздуха по зонам
- 22 Сушка с частичной рециркуляцией отработанного воздуха
- 23 Сушка с промежуточным подогревом и рециркуляцией воздуха по зонам
- 24 Сушка топочными газами
- 25 Изменение температуры материала в процессе сушки
- 26 Испарение влаги с поверхности материала
- 27 Перемещение влаги внутри материала
- 28 Продолжительность процесса сушки
- 29 Устройство распылительной сушилки
- 30 Типы сушилок, применяемых в нанотехнологиях

3.2. Текущий контроль

Перечень проводимых мероприятий текущего контроля:

1. Домашнее задание №1
2. Домашнее задание №2.
3. Контроль работы на практических занятиях.

Примерные варианты домашних заданий

Домашнее задание №1

1. Классификация методов синтеза наноматериалов «снизу вверх» (Bottom-up). Описание методик.
2. Теплопередача. Механизм процесса. Вывод основного уравнения теплопередачи через плоскую многослойную стенку при постоянных температурах теплоносителей, практическое применение данного уравнения.
3. Выпаривание. Общие сведения. Многокорпусные выпарные установки (приведите схему установки по выбору). Составьте тепловой баланс установки.
4. Адсорбция. Общие сведения. Виды адсорбции. Хемосорбция. Ионообменные процессы. Общие сведения. Устройство и работа ионообменных установок.
5. Массопередача. Общие сведения о массообменных процессах. Виды процессов массопередачи. Механизм массообменных процессов. Скорость массопередачи.

Домашнее задание №2

1. Аппараты для дугового синтеза углеродных наноматериалов. Описание вакуумно-плазменной, электродуговой и экспериментальной установок для синтеза наноматериалов.
2. Одномерные реакторы. Синтез мезопористых фаз – мезопористого диоксида кремния. Способы контроля размера пор. Использование мезопористого диоксида кремния для синтеза нанокompозитов.
3. Мелкодисперсное распыление: ультразвуковое и пневматическое. Зависимости производительности распыления от амплитуды колебаний распылительной поверхности. Примеры распылительных аппаратов низкочастотного ультразвукового диапазона.
4. Бисерные и коллоидные мельницы. Принцип работы, применение в производстве наноматериалов.
5. Неоднородные газовые системы и их характеристики. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил. Приведите схемы и описание конструкции аппаратов. Определение основных характеристик. За счет чего возникает центробежная сила? В каких случаях применяется такая очистка.

Контроль работы на практических занятиях представляет собой проверку преподавателем правильности и качества выполнения студентами заданий в журнале лабораторных и практических занятий.

4. *Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации регламентируется с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

4.1. *Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме экзамена*

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена в 6 семестре (очная форма обучения). Для оценивания знаний, умений и навыков используются критерии, указанные п.2.2.

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Знания 31 32 33	не знает терминов и определений	знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	знает термины и определения	знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно
	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно их получить и использовать
	не знает значительной части материала дисциплины	знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	знает материал дисциплины в запланированном объеме	обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
	Ответ не дан	дана только часть ответа на вопрос	ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены	дан полный, развернутый ответ
	допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются существенные ошибки	В ответе имеются несущественные неточности	Ответ верен
	Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение материала	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний.	Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность	Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно,

	логически не выстроено. Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Имеются нарушения логической последовательности в изложении. Поясняющие рисунки, схемы выполнены не полно.	изложения не нарушена. Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны.	способен самостоятельно его анализировать и делать выводы. Поясняющие схемы, рисунки и примеры точны и раскрывают глубину полученных знаний.
Умения У1 У2 У3	Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения	Умеет выполнять практические задания, но не всех типов. Способен решать задачи только по заданному алгоритму	Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой	Умеет выполнять практические задания повышенной сложности
	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач	Испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании решения	Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач	Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении практических заданий, предлагать собственный метод решения. Грамотно обосновывает ход решения задач.
	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения	Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения. Испытывает затруднения с выводами	Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения	Не допускает ошибок при выполнении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Самостоятельно анализирует задания и решение
	Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками	Поясняющие рисунки и схемы содержат ошибки, оформлены небрежно	Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.	Поясняющие рисунки и схемы верны и аккуратно оформлены
Навыки Н1 Н2 Н3	Не обладает навыками выполнения поставленных задач	Испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Решение нестандартных задач представляет для него сложности.	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Использует полученные навыки при решении сложных, нестандартных задач
	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика.	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания.	Выполняет трудовые действия быстро, выполняя все поставленные задания.
	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия с недостаточным качеством	Выполняет трудовые действия качественно	Выполняет трудовые действия качественно даже при выполнении сложных заданий
	Не может самостоятельно планировать и	Выполняет трудовые действия только с помощью наставника	Самостоятельно выполняет трудовые действия с	Выполняет трудовые действия самостоятельно, без

	выполнять собственные трудовые действия		консультацией у наставника	посторонней помощи
--	---	--	-------------------------------	--------------------

4.2. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме Зачета

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета в 5 семестре (очная форма обучения). Для оценивания знаний, умений и навыков используются критерии, указанные п.2.2.

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31 32 33	не знает терминов и определений	знает термины и определения
	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать
	не знает значительной части материала дисциплины	знает материал дисциплины в запланированном объеме
	Ответ не дан	ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены
	допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются несущественные неточности
	Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение материала логически не выстроено. Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность изложения не нарушена. Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны.
У1 У2 У3	Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения	Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой
	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач	Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач
	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения	Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения
	Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками	Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.

Н1 Н2 Н3	Не обладает навыками выполнения поставленных задач	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Решение нестандартных задач представляет для него сложности.
	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания.
	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия качественно

4.3. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме защиты курсового проекта

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсового проекта в 6 семестре (очная форма обучения). Для оценивания знаний, умений и навыков используются критерии, указанные п.2.2.

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетвор.)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Знания 31 32 33	не знает материал, связанный с процессами, происходящими в распылительной сушилке	знает материал, связанный с процессами, происходящими в распылительной сушилке, но допускает неточности в ответах	знает материал, связанный с процессами, происходящими в распылительной сушилке	знает материал, связанный с процессами, происходящими в распылительной сушилке, владеет дополнительными знаниями
	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно их получить и использовать
	Ответ не дан	дана только часть ответа на вопрос	ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены	дан полный, развернутый ответ
	допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются существенные ошибки	В ответе имеются несущественные неточности	Ответ верен
	Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение материала логически не выстроено.	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний. Имеются нарушения логической	Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность изложения не нарушена.	Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его

	Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	последовательности в изложении. Поясняющие рисунки, схемы выполнены не полно.	Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны.	анализировать и делать выводы. Поясняющие схемы, рисунки и примеры точны и раскрывают глубину полученных знаний.
Умения У1 У2 У3	Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения	Умеет выполнять практические задания, но не всех типов. Способен решать задачи только по заданному алгоритму	Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой	Умеет выполнять практические задания повышенной сложности
	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач	Испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании решения	Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач	Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении практических заданий, предлагать собственный метод решения. Грамотно обосновывает ход решения задач.
	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения	Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения. Испытывает затруднения с выводами	Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения	Не допускает ошибок при выполнении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Самостоятельно анализирует задания и решение
	Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками	Поясняющие рисунки и схемы содержат ошибки, оформлены небрежно	Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.	Поясняющие рисунки и схемы верны и аккуратно оформлены
	Не обладает навыками выполнения поставленных задач в курсовом проекте	Испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач в курсовом проекте	Не испытывает затруднений при выполнении поставленных задач курсового проекта.	Не испытывает затруднений при выполнении поставленных задач курсового проекта. Использует полученные навыки при решении сложных, нестандартных задач
Навыки Н1 Н2 Н3	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач курсового проекта	Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика.	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания курсового проекта.	Выполняет трудовые действия быстро, выполняя все поставленные задания курсового проекта.
	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия с недостаточным качеством	Выполняет трудовые действия качественно	Выполняет трудовые действия качественно даже при выполнении сложных заданий

Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.11	Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов

Код направления	28.03.03
Направление подготовки	Наноматериалы
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Композиционные и функциональные наноматериалы (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2017
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения*	Очная
Год разработки/обновления	2016

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) *

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий в библиотеке НИУ МГСУ	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		ЭБС АСВ		
1	Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов	Румянцев Б.М. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Румянцев Б.М., Горбунов Г.И., Жуков А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 396 с.	http://www.iprbookshop.ru/39666	60

2	Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов	Лабораторный практикум по процессам и аппаратам [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Н. Остриков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012.— 282 с	http://www.iprbookshop.ru/27317	60
<i>Дополнительная литература***:</i>				
ЭБС АСВ				
1	Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов	Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ХИМИЗДАТ, 2010.— 544 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22539 . — ЭБС «IPRbooks», по паролю	60

Согласовано:

НТБ

31.10.2016

дата



НТБ МГСУ

Подпись, ФИО

Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.ОД.11	Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов

Код направления подготовки	28.03.03
Направление подготовки	Наноматериалы
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Композиционные и функциональные наноматериалы (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2017
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Год разработки/обновления	2016

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№	Наименование раздела дисциплины	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Классификация методов синтеза наночастиц. Химические реакции и реакционное оборудование	Microsoft Office	Open License
2	Тепловые процессы	Microsoft Office	Open License
3	Массообменные процессы	Microsoft Office	Open License
4	Реакторы для получения углеродных нанотрубок и изучение процессов, протекающих в них	Microsoft Office	Open License
5	Процессы, протекающие в аморфных и упорядоченных матрицах.	Microsoft Office	Open License
6	Ультразвуковые аппараты для получения функциональных и конструкционных наноматериалов	Microsoft Office	Open License
7	Сверхтонкое измельчение частиц. Процессы, протекающие при измельчении	Microsoft Office	Open License
8	Техника безопасности и охрана труда при проведении синтеза наночастиц	Microsoft Office	Open License

Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.ОД.11	Процессы и аппараты для синтеза наночастиц и наноматериалов

Код направления подготовки	28.03.03
Направление подготовки	Наноматериалы
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Композиционные и функциональные наноматериалы (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2017
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Год разработки/обновления	2016

Перечень материально-технического обеспечения по дисциплине:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекции	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные стационарными / мобильными (переносными) наборами демонстрационного мультимедийного оборудования (проектор, микрофон, экран, компьютер)	129337, г. Москва, ш. Ярославское, д.26, корп.7, помещение 8 комн.14, 64.
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, оснащенная стационарными / мобильными (переносными) наборами демонстрационного мультимедийного оборудования (проектор, микрофон, экран, компьютер)	129337, г. Москва, ш.Ярославское, д.26, корп.2, помещение 1, комн. 36,36а,36б, 40,40а, 47, 47а
3	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное 29 персональными компьютерами с конфигурацией: 1,6 ГГц, HDD 80 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 128 Мб, DVD-R/RW, монитор 17 ``	129337, г. Москва, ш.Ярославское, д.26, корп.2, помещение 6, комн. 5.