

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.9	Управление поверхностными явлениями дисперсных систем

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., проф.	Самченко С.В.
доцент	к.х.н., доц.	Земскова О.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

 / Коробова И. /  
дата \_\_\_\_\_ Подпись, ФИО

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Управление поверхностными явлениями дисперсных систем» является углубление уровня освоения компетенций обучающегося в области композиционных и функциональных наноматериалов.

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 оценивания (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
- 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	<b>Знает</b> применение базовых знаний 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	З1
		<b>Умеет</b> 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	У1
		<b>Имеет навыки</b> практического применения базовых знаний математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме необходимом в профессиональной деятельности, основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов,	Н1

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели оценивания (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
		методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	
- способностью применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием	ОПК-3	<b>Знает</b> применение теоретических основ методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием	32
		<b>Умеет</b> применять теоретические основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием	У2
		<b>Имеет навыки</b> практического применения основ методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием	Н2
- способностью использовать на	ПК-2	<b>Знает</b> теоретические основы использования на практике	33

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели оценивания (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой		современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой	
		Умеет использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой	УЗ
		Имеет навыки в использовании на практике современных представлений наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой	НЗ

### 3. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Управление поверхностными явлениями дисперсных систем» 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 «Управление поверхностными явлениями дисперсных систем» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Фундаментальные основы строения вещества», «Материаловедение и технологии наноматериалов».

Для освоения дисциплины «Управление поверхностными явлениями дисперсных систем» обучающийся должен:

Знать:

- соотношения термодинамики поверхностных явлений, свойства дисперсных систем

Уметь:

- осуществлять пути формирования поверхностных явлений дисперсных систем;

- выявлять связь между поверхностными явлениями дисперсных систем и свойствами дисперсных систем;
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем.

Иметь навыки:

- измерения поверхностного натяжения, краевого угла, величины адсорбции и удельной поверхности, ККМ, электрокинетического потенциала; проведения дисперсионного анализа и оценки и агрегативной устойчивости дисперсных систем; определения вязкости и предела текучести высокодисперсных материалов.

Дисциплина «Управление поверхностными явлениями дисперсных систем» является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Функциональные и специальные наноматериалы», «Проектирование функциональных наноматериалов».

**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 6 зачетных единиц, 216 академических часов.  
(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения - очная										
№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	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	Термодинамика поверхностных явлений: поверхностное натяжение и адсорбция, адгезия, смачивание, ПАВ и ПИАВ, механизм образования ДЭС, капиллярные явления, капиллярная	6	1-2	12		4		11	9	Коллоквиум №1

	конденсация, методы образования дисперсных систем.											
2	Адсорбционные равновесия: адсорбция на однородных гладких поверхностях, адсорбция на пористых поверхностях .	6	3-10	10		2			11	9		
3	Кинетические свойства и методы исследования дисперсных систем: седиментационный анализ, электрокинетические явления.	6	11-18	10	8	2			11	9		
Итого (6 семестр)				32	8	8			33	27	Зачет	
4	Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем, оптические явления.	7	1-5	4	2	2			9	9		
5	Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем:	7	6-11	6	4	2			20	9	Коллоквиум №2	
6	Структурно-механические свойства и реологический метод исследования дисперсных систем.	7	12-16	6	2	4			20	9		
Итого(7 семестр)				16	8	8			49	27	Экзамен	
Итого:				48	16	16			82	54	Зачет, Экзамен	

4. 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 (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
-------	--	---------------------------	--------------------

1	<p>Термодинамика поверхностных явлений: поверхностное натяжение и адсорбция, адгезия, смачивание, ПАВ и ПИАВ, механизм образования ДЭС, капиллярные явления, капиллярная конденсация, методы образования дисперсных систем.</p>	<p>Общие термодинамические параметры поверхностного слоя. Свойства поверхностей жидких и твердых тел. Способы описания термодинамики поверхностных явлений. Поверхностная энергия в общем уравнении I и II начал термодинамики. Геометрические параметры поверхности. Поверхностное натяжение как мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Поверхностное натяжение и природа жидких и твердых тел. Уравнение Гиббса – Гельмгольца для внутренней (полной) энергии поверхностного слоя. Теплота образования единицы поверхности. Зависимость энергетических параметров поверхностного слоя от температуры. Процессы самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии. Формирование структуры поверхностного слоя.</p> <p>Поверхностное натяжение и адсорбция. Определение адсорбции. Величины полной и избыточной (гиббсовской) адсорбции. Изотерма, изопикна, изобара, изостера адсорбции и дифференциальное соотношение между ними. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса (связь поверхностного натяжения с химическим потенциалом). Расчет гиббсовской адсорбции по изменению концентрации в объеме. Автоадсорбция как уплотнение вещества в поверхностном слое. Уравнение Гиббса для адсорбции из разбавленных растворов. Поверхностная активность веществ и ее характеристика. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Строение молекул специфических поверхностно-активных веществ (ПАВ) и его влияние на величину поверхностной активности. Правило Траубе. Энергетические параметры адсорбции: интегральная и дифференциальная (адсорбционный потенциал) работы адсорбции, интегральное, дифференциальное изменение энтропии и энтальпии (теплоты) адсорбции.</p> <p>Поверхностное натяжение и электрический потенциал. Механизм образования двойного электрического слоя (ДЭС). Изоэлектрическая и изоонная точки. Соотношение между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнение Липпмана). Электрический потенциал и гиббсовская адсорбция ионов. Уравнение электрокапиллярной кривой. Потенциал точки нулевого заряда. Экспериментальное исследование электрокапиллярных кривых и определение параметров ДЭС. Влияние адсорбции ПАВ и ионов на электрокапиллярную кривую.</p> <p>Строение двойного электрического слоя (ДЭС). Общая характеристика строения ДЭС и история развития представлений о нем. Уравнение Пуассона – Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение. Уравнение Гуи – Чепмена. Толщина ДЭС и влияние на нее различных факторов. Соотношение между поверхностной и объемной плотностями зарядов ДЭС. Емкость ДЭС. Основные положения теории Штерна. Учет специфической адсорбции ионов по Штерну. Перезарядка поверхности. Природа соприкасающихся фаз и строение ДЭС. Строение мицеллы. Суспензионный эффект.</p> <p>Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Природа сил взаимодействия при адгезии. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Две стадии процесса адгезии. Угол смачивания (краевой угол) и закон</p>	12
---	---	--	----

		Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лиофильность и лиофобность поверхностей. Краевые углы на границе двух жидкостей с твердым телом. Оценка работы адгезии при краевом угле, равным нулю. Измерение краевого угла. Статические углы натекания и оттеkania. Учет шероховатости поверхности при смачивании. Дифференциальная и интегральная теплоты смачивания. Выражение дифференциальной теплоты смачивания через давление пара жидкостей.	
2	Адсорбционные равновесия: адсорбция на однородных гладких поверхностях, адсорбция на пористых поверхностях .	Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Уравнение мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Линейная форма изотермы Ленгмюра. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Фрейндлиха. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ (Брунауэра – Эммета – Теллера). Уравнение изотермы адсорбции БЭТ, его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ и расчет его констант. Определение удельной поверхности методом БЭТ. Определение теплоты и энтропии адсорбции на однородной поверхности. Кинетика мономолекулярной адсорбции. Адсорбция газов и паров на пористых телах. Пористые тела — дисперсные системы с твердой дисперсионной средой. Количественные характеристики пористых тел: пористость, размеры пор, удельная поверхность. Пористые материалы корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры и методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции на пористых адсорбентах. Теория капиллярной конденсации (на адсорбентах с переходными порами). Влияние формы на капиллярную конденсацию и ход изотерм адсорбции. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам. Влияние природы газов и паров на их адсорбцию.	10
3	Кинетические свойства и методы исследования дисперсных систем: седиментационный анализ, электрокинетические явления.	Седиментация и дисперсионный анализ. Закон Стокса при седиментации и условия его соблюдения. Константа седиментации. Уравнение седиментации в центробежном поле. Основы седиментационного анализа. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривая седиментации. Кривые распределения частиц по радиусам. Определение удельной поверхности. Способы расчета средних значений размеров частиц и полидисперсность. Экспериментальные методы и приемы в седиментационном анализе. Использование седиментации при классификации (фракционировании) материалов по крупности, улавливанию аэрозолей (пыли, туманов) — очистка газов, осаждение суспензий и т.д. Броуновское движение и его молекулярно-кинетическая природа. Средняя кинетическая энергия и скорость движения частиц. Средний сдвиг как характеристика интенсивности броуновского движения частиц. Соотношение между средним сдвигом и коэффициентом диффузии (закон Эйнштейна – Смолуховского). Экспериментальная проверка закона Эйнштейна – Смолуховского. Следствия из теории броуновского движения. Применимость уравнений молекулярно-кинетической теории (Менделеева – Клапейрона, Вант-Гоффа и др.) к ультрамикроретерогенным системам. Диффузионно-седиментационное равновесие в золях, гипсометрический закон. Кинетическая и термодинамическая	10



		седиментационная устойчивость.	
4	Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем, оптические явления.	Явления, происходящие при направлении света на дисперсную систему. Светопоглощение и светорассеяние. Определение состава и структуры поверхностных слоев. Эффект Тиндаля. Использование оптических свойств для определения дисперсности и удельной поверхности систем. Уравнение Релея для светорассеяния и его анализ. Индикатриса светорассеяния. Оптическая плотность окрашенных систем и уравнение Ламберта – Бугера – Бэра. Влияние дисперсности на окраску систем.	4
5	Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем:	<p>Седиментационная и агрегативная устойчивости дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы: самопроизвольное образование одних и необходимость стабилизации других. Процессы в дисперсных системах, обусловленные агрегативной неустойчивостью. Коагуляция — как результат потери агрегативной устойчивости. Два варианта завершения коагуляции: разделение фаз и структурообразование. Понятие о расклинивающем давлении и его составляющих. Термодинамические и кинетические факторы устойчивости дисперсных систем. Кинетика коагуляции лиофобных дисперсных систем. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Эффективность соударений между частицами и потенциальный барьер. Константа скорости коагуляции. Зависимость общего числа частиц от времени коагуляции. Время половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени. Быстрая (диффузионная) и медленная (барьерная) коагуляции. Влияние вязкости, температуры среды и концентрации частиц на агрегативную устойчивость. Коэффициент стабильности (фактор устойчивости).</p> <p>Основы теории устойчивости и коагуляции ДДФО (Дерягина, Ландау, Фервея, Овербека). Значение теории ДДФО для получения, разрушения дисперсных систем и структурообразования в них. Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Уравнение для расклинивающего давления и энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Уравнение для энергии притяжения между частицами (пластинами). Постоянная Гамакера. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые парного взаимодействия ионостабилизированных дисперсных систем и их анализ. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первичном и вторичном минимумах.</p>	6
6	Структурно-механические свойства и реологический метод исследования дисперсных систем.	Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Возникновение объемных структур в различных дисперсных системах. Структурообразование по теории ДДФО. Коагуляционно-тискотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Теория структурообразования (физико-химическая механика) — основа получения материалов с заданными свойствами. Реология как метод исследования структуры дисперсных систем. Структурообразование как частный случай коагуляции. Основные реологические свойства (упругость, пластичность, вязкость и прочность). Напряжение и	6

		деформация. Идеальные реологические элементы (Гука, Сен-Венана – Кулона, Ньютона). Принципы моделирования реологических свойств тел. Модель упругопластичного тела. Модель упруговязкого тела Максвелла. Время релаксации напряжения и свойства тел. Модель вязкоупругого тела Кельвина – Фогта. Время релаксации деформации. Упругое последствие и эластичность. Модель вязкопластического тела Бингама. Пластическая вязкость. Классификация систем по реологическим свойствам. Жидкообразные и твердообразные тела. Уравнение Оствальда – Вейля. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкообразные тела. Бингамовские и небингамовские твердообразные тела. Тиксотропия и реопексия.	
		Итого	48

5.2. *Лабораторный практикум*  
*Форма обучения – очная:*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лабораторной работы	Кол-во акад. часов
1	Кинетические свойства и методы исследования дисперсных систем: седиментационный анализ, электрокинетические явления.	Дисперсионный анализ суспензий седиментационным анализом. Построение дифференциальных и интегральных кривых распределения частиц по размерам	8
2	Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем, оптические явления.	Определение размера частиц дисперсных систем турбидиметрическим методом.	2
3	Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем:	Получение лиофобных дисперсных систем и исследование коагуляционной стабилизации	4
4	Структурно-механические свойства и реологический метод исследования дисперсных систем.	Определение вязкости структурированных жидкообразных дисперсных систем.	2
		Итого	16

5.3. *Перечень практических занятий*  
*Форма обучения – очная:*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
-------	--	---------------------------	--------------------

1	Термодинамика поверхностных явлений: поверхностное натяжение и адсорбция, адгезия, смачивание, ПАВ и ПИАВ, механизм образования ДЭС, капиллярные явления, капиллярная конденсация, методы образования дисперсных систем.	Определения поверхностного натяжения с использованием капиллярного метода Формула Жорена. Принцип ртутной порометрии. Расчет по уравнению капиллярной конденсации Кельвина. Влияние дисперсности на температуру фазового перехода. Изменение поверхностного натяжения с дисперсностью. Использование изменения термодинамических свойств тел от их дисперсности в технике и химической технологии.	4
2	Адсорбционные равновесия: адсорбция на однородных гладких поверхностях, адсорбция на пористых поверхностях .	Теория объемного заполнения микропор. Особенности адсорбции на микропористых адсорбентах. Потенциальная теория Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых. Обобщенное уравнение теории объемного заполнения микропор Дубинина. Частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина – Радужкевича). Адсорбция газов и паров в промышленности, в частности, в химической технологии.	2
3	Кинетические свойства и методы исследования дисперсных систем: седиментационный анализ, электрокинетические явления.	Течение жидкостей в пористых телах. Применение закона Стокса и уравнения Гагена – Пуазейля для пористых тел. Учет пористости и коэффициента извилистости. Закон Дарси и коэффициент проницаемости. Определение размеров пор методом фильтрации. Перенос газов и компонентов растворов в пористых телах. Гидродинамический и диффузионный механизмы переноса газов в пористых телах. Кнудсеновский поток газов. Активированная и поверхностная диффузии в пористых телах. Эквивалентный (эффективный) коэффициент диффузии.	2
4	Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем, оптические явления.	Теоретические расчеты концентрации и дисперсности в коллоидных системах с использованием данных ,полученных метом нефелометрии.	2
5	Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем:	Нейтрализационная и концентрационная коагуляции. Зависимости порога коагуляции от заряда иона электролита в соответствии с теорией ДЛФО. Правило Шульце – Гарди. Решение задач .	2
6	Структурно-механические свойства и реологический метод исследования дисперсных систем.	Приборы для изучения деформационно-прочностных свойств тел . Ротационный вискозиметр. Конического пластомера. Расчет скорости деформации и эффективной вязкости. Построение зависимостей: скорости деформации от напряжения, эффективной вязкости от напряжения, предела текучести от концентрации суспензии по заданным данным преподавателем.	4
		Итого	16

5.4. Групповые занятия – компьютерные практикумы  
Учебным планом компьютерные практикумы не предусмотрены

5.5. Самостоятельная работа  
Форма обучения – очная:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Термодинамика поверхностных явлений: поверхностное натяжение и адсорбция, адгезия, смачивание, ПАВ и ПИАВ, механизм образования ДЭС, капиллярные явления, капиллярная конденсация, методы образования дисперсных систем.	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к сдаче коллоквиума. Подготовка к сдаче зачета и экзамена.	11	9
2	Адсорбционные равновесия: адсорбция на однородных гладких поверхностях, адсорбция на пористых поверхностях.	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к сдаче коллоквиума. Подготовка к сдаче зачета и экзамена.	11	9
3	Кинетические свойства и методы исследования дисперсных систем: седиментационный анализ, электрокинетические явления.	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к сдаче коллоквиума. Подготовка к сдаче зачета и экзамена.	11	9
4	Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем, оптические явления.	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к сдаче коллоквиума. Подготовка к сдаче экзамена.	9	9
5	Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем:	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к сдаче экзамена.	20	9
6	Структурно-механические свойства и реологический метод исследования дисперсных систем.	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к сдаче экзамена.	20	9
Итого			78	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, готовятся к защите лабораторных работ, коллоквиумов, выполняют задания, выданные на практических занятиях, оформляют журнал лабораторных и практических занятий, готовятся к зачету и экзамену.

Формы самостоятельной работы обучающихся:

1. чтение и изучение основной и дополнительной литературы, включая справочные издания, конспект лекций;
2. изучение нормативной базы дисциплины;
3. ознакомление с терминами и понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников;
4. написание собственного конспекта лекций;
5. самостоятельное повторное решение практических задач;
6. изучение методической литературы по дисциплине (методических указаний и др.);
7. осуществление подготовки к мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по вопросам, указанным в рабочей программе дисциплины и фонде оценочных средств;
8. составление перечня неусвоенных 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. Студент получает навыки работы с научно-технической литературой и самоорганизации процесса обучения.

Для полного освоения дисциплины студентам 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. Выполнить лабораторный практикум и посетить практические занятия. Посещение лабораторных и практических занятий обязательно. В случае, если студент по уважительной причине пропустил лабораторное/практическое занятие, он обязан посетить его с другой группой в срок, указанный преподавателем, и ответить на контрольные вопросы по теме занятия.

3. Самостоятельно подготовиться к проведению каждого лабораторного и 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.

4. Защитить лабораторные работы в форме коллоквиума
5. Оформить журнал лабораторных и практических занятий.
5. Подготовиться к сдаче зачета и 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 (модуля) хранятся на кафедре, ответственной за преподавание данной дисциплины.

### 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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

### 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 (модуля)	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1	Термодинамика поверхностных явлений: поверхностное натяжение и адсорбция, адгезия, смачивание, ПАВ и ПИАВ, механизм образования ДЭС, капиллярные явления, капиллярная конденсация, методы образования дисперсных систем.	Энергетика диспергирования и образования новых фаз.
2	Адсорбционные равновесия: адсорбция на однородных гладких поверхностях, адсорбция на пористых поверхностях.	Адсорбция ПАВ из растворов. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик. Весы Ленгмюра. Факторы, определяющие агрегатное состояние адсорбционных пленок. Определение строения

		адсорбционного слоя и размеров молекул ПАВ.
3	Кинетические свойства и методы исследования дисперсных систем: седиментационный анализ, электрокинетические явления.	Электрокинетические явления. Поверхностная проводимость, релаксационный эффект и электрофоретическое торможение. Экспериментальное определение электрокинетического потенциала. Потенциал течения и потенциал седиментации.
4	Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем, оптические явления.	Методы исследования размеров и формы частиц. Метод малоуглового рассеяния рентгеновского излучения. Ультрамикроскопия и ее возможности. Конденсоры темного поля. Определение концентрации золь и размеров частиц. Поточный ультрамикроскоп. Световая и электронная микроскопия как методы исследования размеров и формы частиц.
5	Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем:	Методы стабилизации дисперсных систем. ). Выбор метода стабилизации лиофобных дисперсных систем в зависимости от природы компонентов дисперсной фазы. Особенности стабилизации и коагуляции дисперсных систем с различным агрегатным состоянием дисперсионных сред.
6	Структурно-механические свойства и реологический метод исследования дисперсных систем.	Реологические свойства реальных жидкообразных и твердообразных систем . .. Структурообразование в дисперсных системах и получение материалов с заданными свойствами. Факторы, определяющие прочность структур и механизм

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

### 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), 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 (модуля)	Информационные технологии
1	Термодинамика поверхностных явлений: поверхностное натяжение и адсорбция, адгезия, смачивание, ПАВ и ПИАВ, механизм образования ДЭС, капиллярные явления, капиллярная конденсация, методы образования	Слайд-презентация.. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

	дисперсных систем.	
2	Адсорбционные равновесия: адсорбция на однородных гладких поверхностях, адсорбция на пористых поверхностях .	Слайд-презентация.. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
3	Кинетические свойства и методы исследования дисперсных систем: седиментационный анализ, электрокинетические явления.	Слайд-презентация.. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
4	Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем, оптические явления.	Слайд-презентация.. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
5	Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем:	Слайд-презентация.. Интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
6	Структурно-механические свойства и реологический метод исследования дисперсных систем.	Слайд-презентация.. 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	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>

## 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 приведен в Приложении 4 к рабочей программе.



## Приложение 1 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.9	Управление поверхностными явлениями дисперсных систем
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
ОПК-1	+	+	+	+	+
ОПК-3	+	+	+	+	+
ПК-2	+	+	+	+	+

*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 (модулю), 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	
		Коллоквиумы №1,2	Зачет		
1	2	3	4	5	6
ОПК-1	31	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+
ОПК-3	32	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+
	Н2	+	+	+	+
ПК-2	33	+	+	+	+
	У3	+	+	+	+
	Н3	+	+	+	+
Итого		+	+	+	+

## 2.2. Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, используется четырёх балльная шкала оценивания:

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

При проведении промежуточной аттестации в форме зачёта используется бинарная шкала:

Уровень освоения	Оценка
Ниже порогового	Не зачтено
Пороговый	Зачтено

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
	Умение качественно оформлять ( презентовать ) решение задач и выполнения заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий Объём выполненных заданий
	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 в НИУ МГСУ.

Перечень типовых вопросов/заданий для проведения экзамена в 7 семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вопросы / задания
1	Термодинамика поверхностных явлений: поверхностное натяжение и адсорбция, адгезия, смачивание, ПАВ и ПИАВ, механизм образования ДЭС, капиллярные явления, капиллярная конденсация, методы образования дисперсных систем.	Поверхностное натяжение как мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Уравнение Гиббса – Гельмгольца для внутренней (полной) энергии поверхностного слоя. Теплота образования единицы поверхности. Формирование структуры поверхностного слоя. Поверхностное натяжение и адсорбция. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Энергетические параметры адсорбции: интегральная и дифференциальная работы адсорбции, интегральное, дифференциальное изменение энтропии и энтальпии адсорбции. Поверхностное натяжение и электрический потенциал. Строение двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношение между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнение Липпмана). Уравнение электрокапиллярной кривой. Емкость ДЭС. Строение мицеллы. Суспензионный эффект. Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Угол

		<p>смачивания (краевой угол) и закон Юнга. Лиофильность и лиофобность поверхностей. Теория капиллярной конденсации (на адсорбентах с переходными порами). Влияние формы на капиллярную конденсацию и ход изотерм адсорбции. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы, необходимой при дроблении и измельчении, его анализ. Прочность материалов и дефекты структуры. Адсорбционное понижение прочности тел — эффект Ребиндера. Методы конденсации — образование новых фаз. Гомогенная и гетерогенная конденсация. Уравнение энергии Гиббса, образование зародышей при гомогенной конденсации. Уравнение скорости зарождения центров конденсации. Уравнение линейной скорости конденсации. Управление дисперсностью образующейся фазы.</p>
2	<p>Адсорбционные равновесия: адсорбция на однородных гладких поверхностях, адсорбция на пористых поверхностях.</p>	<p>Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Уравнение мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Линейная форма изотермы Ленгмюра. Константа адсорбционного равновесия Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Уравнение изотермы адсорбции БЭТ. Определение удельной поверхности методом БЭТ. Кинетика мономолекулярной адсорбции. Адсорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ). Уравнение Шишковского. Поверхностное давление адсорбционных пленок. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик. Теория капиллярной конденсации (на адсорбентах с переходными порами). Влияние формы на капиллярную конденсацию и ход изотерм адсорбции. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам.</p>
3	<p>Кинетические свойства и методы исследования дисперсных систем: седиментационный анализ, электрокинетические явления.</p>	<p>Седиментация и дисперсионный анализ. Закон Стокса при седиментации и условия его соблюдения. Константа седиментации. Уравнение седиментации в центробежном поле. Основы седиментационного анализа. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Диффузионно-седиментационное равновесие в</p>

		<p>золях, гипсометрический закон. Кинетическая и термодинамическая седиментационная устойчивость.</p> <p>Электрокинетические явления. Четыре вида электрокинетических явлений и история их открытия. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца – Смолуховского для электроосмоса и электрофореза.</p> <p>Поверхностная проводимость, релаксационный эффект и электрофоретическое торможение. Экспериментальное определение электрокинетического потенциала. Потенциал течения и потенциал седиментации.</p>
4	<p>Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем, оптические явления.</p>	<p>Светопоглощение и светорассеяние. Определение состава и структуры поверхностных слоев. Использование оптических свойств для определения дисперсности и удельной поверхности систем. Уравнение Релея для светорассеяния и его анализ. Светопоглощение. Оптическая плотность окрашенных систем и уравнение Ламберта – Бугера – Бэра. Влияние дисперсности на окраску систем.</p>
5	<p>Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем:</p>	<p>Лиофильные и лиофобные дисперсные системы: самопроизвольное образование одних и необходимость стабилизации других. Процессы в дисперсных системах, обусловленные агрегативной неустойчивостью. Коагуляция — как результат потери агрегативной устойчивости. Два варианта завершения коагуляции: разделение фаз и структурообразование. Термодинамические и кинетические факторы устойчивости дисперсных систем.</p> <p>Кинетика коагуляции лиофобных дисперсных систем. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Константа скорости коагуляции. Зависимость общего числа частиц от времени коагуляции. Время половинной коагуляции. Быстрая (диффузионная) и медленная (барьерная) коагуляции. Коэффициент стабильности (фактор устойчивости).</p> <p>Основы теории устойчивости и коагуляции ДЛФО. Значение теории ДЛФО для получения, разрушения дисперсных систем и структурообразования в них.</p> <p>Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Уравнение для расклинивающего давления и энергии электростатического отталкивания.</p> <p>Уравнение для энергии притяжения между частицами (пластинами). Постоянная Гамакера.</p>

		<p>Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц.</p> <p>Потенциальные кривые парного взаимодействия ионостабилизированных дисперсных систем и их анализ. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первичном и вторичном минимумах.</p> <p>Нейтрализационная и концентрационная коагуляции. Зависимости порога коагуляции от заряда иона электролита в соответствии с теорией ДЛФО. Правило Шульце – Гарди.</p> <p>Факторы снижения поверхностного натяжения и повышения потенциального барьера. Критерий лиофильности систем по Ребиндеру. Выбор метода стабилизации лиофобных дисперсных систем в зависимости от природы компонентов дисперсной фазы.</p> <p>Особенности стабилизации и коагуляции дисперсных систем с различным агрегатным состоянием дисперсионных сред. Стабилизация суспензий в водных и органических средах. Осаждение, фильтрация суспензий и использование коагулянтов, флокулянтов и ПАВ. Гетерокоагуляция.</p>
6	Структурно-механические свойства и реологический метод исследования дисперсных систем.	<p>Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Структурообразование по теории ДЛФО. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Теория структурообразования (физико-химическая механика) — основа получения материалов с заданными свойствами.</p> <p>Реология как метод исследования структуры дисперсных систем. Структурообразование как частный случай коагуляции. Основные реологические свойства (упругость, пластичность, вязкость и прочность). Напряжение и деформация. Идеальные реологические элементы (Гука, Сен-Венана – Кулона, Ньютона).</p> <p>Принципы моделирования реологических свойств тел. Модель упругопластичного тела. Модель упруговязкого тела Максвелла</p> <p>Принципы моделирования реологических свойств тел. Модель вязкоупругого тела Кельвина – Фогта. Время релаксации деформации. Упругое последействие и эластичность.</p> <p>Принципы моделирования реологических свойств тел. Модель вязкопластического тела Бингама. Пластическая вязкость.</p> <p>Классификация систем по реологическим свойствам. Жидкообразные и твердообразные тела. Уравнение Оствальда – Вейля. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и</p>

	<p>дилатантные жидкообразные тела.</p> <p>Классификация систем по реологическим свойствам. Бингамовские к небингамовские твердообразные тела. Тиксотропия и реопексия.</p> <p>Реологические свойства структурированных жидкообразных систем. Влияние на реологические свойства систем степени агрегативной устойчивости, концентрации дисперсной фазы, анизотрии частиц.</p> <p>Типичные кривые течения структурированных жидкообразных систем. Ползучесть</p> <p>Характеристики прочности структуры. Кривые течения твердообразных дисперсных систем и их анализ. Хрупкость.</p>
--	---

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения зачёта в \_\_6\_\_ семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вопросы / задания
1	Термодинамика поверхностных явлений: поверхностное натяжение и адсорбция, адгезия, смачивание, ПАВ и ПИАВ, механизм образования ДЭС, капиллярные явления, капиллярная конденсация, методы образования дисперсных систем.	<p>Поверхностное натяжение как мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Уравнение Гиббса – Гельмгольца для внутренней (полной) энергии поверхностного слоя. Теплота образования единицы поверхности. Формирование структуры поверхностного слоя.</p> <p>Поверхностное натяжение и адсорбция. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Энергетические параметры адсорбции: интегральная и дифференциальная работы адсорбции, интегральное, дифференциальное изменение энтропии и энтальпии адсорбции.</p> <p>Поверхностное натяжение и электрический потенциал. Строение двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношение между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнение Липпмана). Уравнение электрокапиллярной кривой. Емкость ДЭС. Строение мицеллы. Суспензионный эффект.</p> <p>Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Угол смачивания (краевой угол) и закон Юнга. Лиофильность и лиофобность поверхностей. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы, необходимой при дроблении и измельчении, его анализ. Прочность материалов и дефекты структуры. Адсорбционное понижение прочности тел — эффект Ребиндера.</p>

		<p>Методы конденсации — образование новых фаз. Гомогенная и гетерогенная конденсация. Уравнение энергии Гиббса, образование зародышей при гомогенной конденсации. Уравнение скорости зарождения центров конденсации. Уравнение линейной скорости конденсации. Управление дисперсностью образующейся фазы.</p>
2	<p>Адсорбционные равновесия: адсорбция на однородных гладких поверхностях, адсорбция на пористых поверхностях.</p>	<p>Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Уравнение мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Линейная форма изотермы Ленгмюра. Константа адсорбционного равновесия Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Уравнение изотермы адсорбции БЭТ. Определение удельной поверхности методом БЭТ. Кинетика мономолекулярной адсорбции. Адсорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ). Уравнение Шишковского. Поверхностное давление адсорбционных пленок. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик.</p> <p>Теория капиллярной конденсации (на адсорбентах с переходными порами). Влияние формы на капиллярную конденсацию и ход изотерм адсорбции. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам.</p>
3	<p>Кинетические свойства и методы исследования дисперсных систем: седиментационный анализ, электрокинетические явления.</p>	<p>Седиментация и дисперсионный анализ. Закон Стокса при седиментации и условия его соблюдения. Константа седиментации. Уравнение седиментации в центробежном поле. Основы седиментационного анализа. Седиментационный анализ полидисперсных систем.</p> <p>Диффузионно-седиментационное равновесие в золях, гипсометрический закон. Кинетическая и термодинамическая седиментационная устойчивость.</p> <p>Электрокинетические явления. Четыре вида электрокинетических явлений и история их открытия. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца — Смолуховского для электроосмоса и электрофореза.</p> <p>Поверхностная проводимость, релаксационный эффект и электрофоретическое торможение. Экспериментальное определение электрокинетического потенциала. Потенциал течения и потенциал седиментации.</p>



### 3.2. Текущий контроль

Перечень проводимых мероприятий текущего контроля:

#### 1. Коллоквиум 1 и 2

##### Типовые вопросы для коллоквиумов

1. Поверхностное натяжение как мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Уравнение Гиббса – Гельмгольца для внутренней (полной) энергии поверхностного слоя. Формирование структуры поверхностного слоя.
2. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. , интегральное, дифференциальное изменение энтропии и энтальпии адсорбции.
3. Поверхностное натяжение и электрический потенциал. Строение двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношение между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнение Липпмана).
4. Уравнение электрокапиллярной кривой. Емкость ДЭС. Строение мицеллы. Суспензионный эффект.
5. Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Уравнение Дюпре для работы адгезии.
6. Угол смачивания (краевой угол) и закон Юнга. Лиофильность и лиофобность поверхностей.
7. Теория капиллярной конденсации (на адсорбентах с переходными порами). Капиллярно-конденсационный гистерезис..
8. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы, необходимой при дроблении и измельчении, его анализ.
9. Методы конденсации — образование новых фаз. Гомогенная и гетерогенная конденсация. Уравнение энергии Гиббса, образование зародышей при гомогенной конденсации. Уравнение скорости зарождения центров конденсации.
10. Уравнение линейной скорости конденсации. Управление дисперсностью образующейся фазы.
11. Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Уравнение мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Линейная форма изотермы Ленгмюра. Константа адсорбционного равновесия
12. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Уравнение изотермы адсорбции БЭТ. Определение удельной поверхности методом БЭТ.
13. Адсорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ). Уравнение Шишковского.
14. Поверхностное давление адсорбционных пленок. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик.
15. Седиментация и дисперсионный анализ. Закон Стокса при седиментации и условия его соблюдения. Константа седиментации.
16. Уравнение седиментации в центробежном поле.
17. Основы седиментационного анализа. Седиментационный анализ полидисперсных систем.
18. Диффузионно-седиментационное равновесие в золях, гипсометрический закон. Кинетическая и термодинамическая седиментационная устойчивость.
19. Электрокинетические явления. Четыре вида электрокинетических явлений и история их открытия. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов.
20. Уравнение Гельмгольца – Смолуховского для электроосмоса и электрофореза.
21. Поверхностная проводимость, релаксационный эффект и электрофоретическое

- торможение. Экспериментальное определение электрокинетического потенциала.
22. Потенциал течения и потенциал седиментации.
  23. Светопоглощение и светорассеяние. Определение состава и структуры поверхностных слоев. Использование оптических свойств для определения дисперсности и удельной поверхности систем.
  24. Уравнение Релея для светорассеяния и его анализ.
  25. Оптическая плотность окрашенных систем и уравнение Ламберта – Бугера – Бэра. Влияние дисперсности на окраску систем.
  26. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы: самопроизвольное образование одних и необходимость стабилизации других. Процессы в дисперсных системах, обусловленные агрегативной неустойчивостью.
  27. Коагуляционная — как результат потери агрегативной устойчивости. Два варианта завершения коагуляции: разделение фаз и структурообразование. Термодинамические и кинетические факторы устойчивости дисперсных систем.
  28. Кинетика коагуляции лиофобных дисперсных систем. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Константа скорости коагуляции. Зависимость общего числа частиц от времени коагуляции. Время половинной коагуляции.
  29. Быстрая (диффузионная) и медленная (барьерная) коагуляции. Коэффициент стабильности (фактор устойчивости).
  30. Основы теории устойчивости и коагуляции ДЛФО. Значение теории ДЛФО для получения, разрушения дисперсных систем и структурообразования в них.
  31. Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Уравнение для расклинивающего давления и энергии электростатического отталкивания.
  32. Уравнение для энергии притяжения между частицами (пластинами). Постоянная Гамакера. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц.
  33. Потенциальные кривые парного взаимодействия ионостабилизированных дисперсных систем и их анализ. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первичном и вторичном минимумах.
  34. Нейтрализационная и концентрационная коагуляции. Зависимости порога коагуляции от заряда иона электролита в соответствии с теорией ДЛФО. Правило Шульце – Гарди.
  35. Особенности стабилизации и коагуляции дисперсных систем с различным агрегативным состоянием дисперсионных сред. Стабилизация суспензий в водных и органических средах. Осаждение, фильтрация суспензий и использование коагулянтов, флокулянтов и ПАВ.
  36. Гетерокоагуляция
  37. Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Структурообразование по теории ДЛФО. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Теория структурообразования (физико-химическая механика) — основа получения материалов с заданными свойствами.
  38. Реология как метод исследования структуры дисперсных систем. Структурообразование как частный случай коагуляции.
  39. Основные реологические свойства (упругость, пластичность, вязкость и прочность). Напряжение и деформация. Идеальные реологические элементы (Гаука, Сен-Венана – Кулона, Ньютона).
  40. Принципы моделирования реологических свойств тел. Модель упругопластичного тела. Модель упруговязкого тела Максвелла
  41. Принципы моделирования реологических свойств тел. Модель вязкоупругого тела Кельвина – Фогта. Время релаксации деформации. Упругое последствие и эластичность.
  42. Принципы моделирования реологических свойств тел. Модель

- вязкопластического тела Бингама. Пластическая вязкость.
43. Классификация систем по реологическим свойствам. Жидкообразные и твердообразные тела. Уравнение Оствальда – Вейля. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкообразные тела.
44. Классификация систем по реологическим свойствам. Бингамовские и небингамовские твердообразные тела. Тиксотропия и реопексия.
45. Реологические свойства структурированных жидкообразных систем. Влияние на реологические свойства систем степени агрегативной устойчивости, концентрации дисперсной фазы, анизотропии частиц.
46. Типичные кривые течения структурированных жидкообразных систем. Ползучесть
47. Характеристики прочности структуры. Кривые течения твердообразных дисперсных систем и их анализ. Хрупкость.

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 7 семестре.

Используется четырёх балльная шкала оценивания освоения, указанная в п. 2.2.

Используются критерии оценивания, указанные п. 2.2.

Оценка выставляется преподавателем интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетвор.)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Знания 3-1, 3-2, 3-3.	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 логически не выстроено. Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний. Имеются нарушения логической последовательности в изложении. Поясняющие рисунки, схемы выполнены не полно, не отражают материал.	Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность изложения не нарушена. Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны.	Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, 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 выполнять собственные трудовые действия	Выполняет трудовые действия только с помощью наставника	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией у наставника	Выполняет трудовые действия самостоятельно, без посторонней помощи

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме Зачёта в \_\_6\_\_ семестре.

Для оценивания знаний, умений и навыков используются критерии, указанные п.2.2.

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31	не знает терминов и определений	знает термины и определения
32 33	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 объёме
	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 (модулю) в форме защиты курсовой работы/проекта*

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме защиты курсового проекта /курсовой работы не проводится.

## Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.9	Управление поверхностными явлениями дисперсных систем

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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

№ 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>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	«Управление поверхностными явлениями дисперсных систем»	П. М. Кругляков [и др.]. Физическая и коллоидная химия. Практикум.- Москва ; Краснодар : Лань, 2013. - 208 с.	10	60
		ЭБС АСВ		
2	«Управление поверхностными явлениями дисперсных систем»	Витязь П.А. Наноматериаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Витязь П.А., Свидунович Н.А., Куис Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2015.— 512 с	<a href="http://www.iprbookshop.ru/35501">http://www.iprbookshop.ru/35501</a>	60
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
6	«Управление поверхностными явлениями дисперсных систем»	Шукин Е.Д., Перцев А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. - М.: Изд. Высшая школа, 2007г.- 444с.	100	60

Согласовано:

НТБ

31.10.2016

дата



НТБ МГСУ

Подпись, ФИО

## Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.9	Управление поверхностными явлениями дисперсных систем
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	.Введение. Химическая связь в силикатах.	Microsoft Office	Open License
2	Силикаты в различных агрегатных состояниях	Microsoft Office	Open License
3	Учение о фазовых равновесиях и диаграммы состояния силикатных систем	Microsoft Office	Open License
4	Теоретические основы процессов, протекающих при синтезе силикатных и других тугоплавких материалов	Microsoft Office	Open License
5	Теория цветности	Microsoft Office	Open License



## Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.9	Управление поверхностными явлениями дисперсных систем
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. 35,35а,35б, 36,36а,36б

3	Лабораторный практикум	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, оснащенная: Лаборатория "Технологии вяжущих веществ и бетонов":</p> <p>Вакуумный измеритель проницаемости бетона ВИП-1, Двухдиапазонные электронные весы GP-32К, Камера универсальная пропарочная КУП-1, Климатическая камера WK3-190/70, Комплект для формирования и испытания образцов бетонов, включающий: (Влагомер МГ4У универсальный, Измеритель прочности строительных материалов ИПМ-1Э (3...100 МПа) электронный, Прибор НПР-1, Термометр цифровой универсальный ТЦ-1У, Прибор Вика ОГЦ-1, Сосуд для отмучивания щебня и гравия, Сосуд для отмучивания песка, Устройство ОВС, Форма цилиндрическая 150x150 мм (ФЦ150), Форма для бетонных образцов 150x150x150 одногнездная (ФК150), Форма куба для бетонных и растворных образцов 70,7x70,7x70,7 трехгнездная 3ФК70,7), Комплект оборудования для измерения усадки цементных образцов Controls, Комплект оборудования для формования и испытания образцов бетонов и растворов CONTROLS, включающий: (Бетоносмеситель СК-ЦБ-10, Формы призмы 70*70*280 - 6 шт., Формы кубы 70*70*70 - 10 шт., Формы призмы 100*100*400 - 6 шт., AUTOMIX Автоматический программируемый растворосмеситель, Встряхивающее устройство для уплотнения образцов призм цемента, Встряхивающий стол 800x800 мм, Многокоординатный встряхиватель для сит Ø 300 мм, Набор сит Ø 300 мм, Измеритель содержания воздуха в растворах, объем 1 л., V-образная воронка для испытания СУБ, Устройство с L-образным ящиком для СУБ, Устройство с J-образным кольцом для СУБ, Прибор для определения расплыва СУБ), Мельница вибрационная МВ-0,01, Мельница шаровая 40-МЛ Прибор для определения активности цемента ЦЕМЕНТ-ПРОГНОЗ, Прибор для определения морозостойкости бетона БЕТОН-ФРОСТ, Серво-гидравлическая испытательная система Controls, Смеситель-гранулятор ТЛ-020, Ультразвуковой прибор (дефектоскоп) ПУЛЬСАР-1.2, Шкаф для выдержки образцов CURACEM, Шлифовальная установка PSM.4, Электронные весы DX – 300, Электронные весы GF - 2000, Пресс для испытания строительных материалов П50.</p>	129337, г. Москва, ш. Ярославское, д.26, корп.20, помещение 1, комн. 20
---	------------------------	--	---

4	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.
---	------------------------	---	---