

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной работе
Д.В. Мулов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Коллоидная химия
(наименование дисциплины)

18.03.01 Химическая технология
(код, наименование направления)

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Коллоидная химия» является формирование и систематизация знаний о свойствах гетерогенных дисперсных систем и поверхностных явлениях.

Задачи дисциплины: лекционного курса коллоидной химии является формирование ключевых вопросов программы, материал лекций призван стимулировать студентов к последующей самостоятельной работе. Практические занятия ставят своей целью формирование умений и навыков для решения проблемных и ситуационных задач; формирование практических навыков постановки и выполнения экспериментальной работы.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональной (ОПК-1) компетенции выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в обязательную часть БЛОК 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению 18.03.01 Химическая технология (профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»).

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Химия», «Математика», «Физика», «Физическая химия».

Является основой для изучения следующей дисциплины: «Химия и технология органических веществ», «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов», «Физико-химические процессы в химических агрегатах», «Моделирование химико-технологических процессов».

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (27 ак.ч.) и практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (45 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (4 ак.ч.) и практические (4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (100 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Коллоидная химия» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенция, обязательная к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции по ОПОП ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1	<p>ОПК-1.1 Знает. механизмы химических реакций, свойств, различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.</p> <p>ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи, опираясь на знания о строении веществ, природе химической связи, с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний.</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		4
Аудиторная работа, в том числе:	63	63
Лекции (Л)	27	27
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	45	45
Подготовка к лекциям	6	6
Подготовка к лабораторным работам	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	–	–
Домашнее задание	–	–
Подготовка к контрольной работе	–	–
Подготовка к коллоквиуму	–	–
Аналитический информационный поиск	–	–
Работа в библиотеке	–	–
Подготовка к экзамену	3	3
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак.ч.	108
	з.е.	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 11 тем:

- тема 1 (Определение, основные задачи и направления коллоидной химии);
- тема 2 (Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхностей раздела фаз);
- тема 3 (Адсорбционные слои и их влияние на свойства дисперсных систем);
- тема 4 (Термодинамика молекулярной адсорбции из раствора);
- тема 5 (Лиофильные дисперсные системы);
- тема 6 (Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем);
- тема 7 (Оптические свойства дисперсных систем);
- тема 8 (Электрические свойства дисперсных систем);
- тема 9 (Методы получения, очистки и исследования дисперсных систем);
- тема 10 (Органическая устойчивость дисперсных систем);
- тема 11 (Реологические свойства дисперсных систем).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Определение, основные задачи и направления коллоидной химии	<p>Определение, основные задачи и направления коллоидной химии – области химической науки, изучающей условия возникновения, особые свойства и устойчивость дисперсных систем; значение поверхностных явлений в таких системах.</p> <p>Классификация дисперсных систем (по степени дисперсности и агрегатным состояниям). Лиофильные и лиофобные системы; сходство и различия между ними и растворами и дисперсиями высокомолекулярных соединений.</p> <p>Краткий исторический обзор развития коллоидной химии.</p> <p>Значение коллоидной химии для биологии, геологии, медицины и других областей науки, и техники и сельского хозяйства.</p>	2	Правила поведения в лаборатории коллоидной химии	2	–	–
2	Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхностей раздела фаз	<p>Граница раздела фаз; ее силовое поле. Поверхностное натяжение (удельная свободная поверхностная или межфазная энергия) как характеристика этого поля; молекулярное давление.</p> <p>Основы термодинамики поверхностных явлений. Сгущение термодинамических функций в поверхностном слое. Влияние температуры на удельные термодинамические функции поверхностного слоя.</p>	4	Решение задач	2	–	–

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		<p>Статические, полустатические и динамические методы измерения поверхностного натяжения на легкоподвижных границах фаз. Межфазное натяжение на поверхности раздела насыщенных растворов двух взаимно ограниченно растворимых жидкостей, правило Антонова.</p> <p>Явления капиллярности и смачивания. Термодинамические условия смачивания и растекания (полного смачивания) на твердых и жидких поверхностях. Краевой угол, теплота смачивания. Избирательное смачивание.</p> <p>Лео-(гидро-)фильные и лео-(гидро-) фобные поверхности. Работа когезии и адгезии. Адгезия бактерий на твердых поверхностях.</p> <p>Капиллярное давление. Закон Лапласа. Закон Томсона (Кельвина). Самопроизвольные процессы собирательной рекристаллизации, изотермической перегонки веществ, капиллярной конденсации пара в узких порах адсорбента. Роль капиллярных явлений в агротехнике и биологии.</p>					
3	Адсорбционные слои и их влияние на свойства дисперсных систем	Адсорбция из растворов на жидких и твердых поверхностях как самопроизвольное сгущение на границе раздела фаз массы компонентов, понижающих поверхностное (межфазное) натяжение.	4	Определение поверхностного натяжения методом счета капель (метод сталагмометра)	2	—	—

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		<p>Поверхностно-активные вещества (ПАВ), их классификация по молекулярному строению (анион-, катионактивные, амфолитные, неионогенные, низко- и высокомолекулярные) и по механизму действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие средства). Белки, ферменты, липиды, гликолипиды, липополипептиды – природные поверхностно-активные вещества (Био-ПАВ). Представление о гидрофильно-олеофильном балансе молекул ПАВ. Поверхностно-инактивные вещества.</p> <p>Лиофобизация и лиофилизация поверхностей. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смачивание, растекание и адгезию; их роль при обогащении полезных ископаемых (коллоидно-химические основы флотации), в процессах граничного трения и смазочного действия. Природные поверхностно-активные вещества; их роль в биотехнологии.</p> <p>Поверхностная активность. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ; уравнение Шишковского. Адсорбционное уравнение Гиббса и его применение. Правило Траубе-Дюкло.</p>		Изучение адсорбции органических кислот на активированном угле	2	–	–

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Адсорбция газов на твердой поверхности. Понятие о физической адсорбции и хемосорбции. Работа, теплота и энтропия адсорбции. Изотермы адсорбции газов. Локализованная адсорбция газов на твердой поверхности по теории Ленгмюра. Потенциальная теория полимолекулярной адсорбции Поляни. Теория БЭТ. Адсорбционные методы определения удельной поверхности адсорбентов					
4	Термодинамика молекулярной адсорбции из раствора	<p>Закономерности молекулярной адсорбции из растворов. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Уравнение изотермы мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Связь с уравнением изотермы Шишковского. Адсорбционная активность ПАВ.</p> <p>Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смачивание и адгезию, гидрофилизация и гидрофобизация поверхностей. Строение адсорбционных слоев низко- и высокомолекулярных ПАВ.</p> <p>Двумерное состояние вещества в адсорбционном слое. Слои малорастворимых ПАВ на жидких поверхностях. Двумерное (поверхностное) давление. Уравнение двумерного состояния вещества..</p>	2	Изучение процесса набухания сшитых полимеров	2	–	–

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		<p>Методы определения молекулярных констант адсорбционных слоев поверхностно-активных веществ</p> <p>Определение молекулярных масс белков с помощью весов Ленгмюра. Специфика двумерного состояния биополимеров.</p> <p>Коллапс монослоев – пример двухмерного фазового превращения. Ленгмюровские пленки на основе монослоев ПАВ как модели организованных структур</p>					
5	Лиофильные дисперсные системы	<p>Равновесие в лиофильных коллоидных системах. Критерий лиофильности по Ребиндеру и Щукину. Самопроизвольное диспергирование. Коллоидные свойства поверхностно-активных веществ. Мицеллообразование. Методы определения критической концентрации мицеллообразования (ККМ).</p> <p>Гидрофобные взаимодействия. Структура воды. Термодинамика гидрофобных взаимодействий. Бинарная фазовая диаграмма для системы вода/ПАВ. Растворы белков и высокомолекулярных веществ как лиофильные дисперсные системы. Мицеллообразование в мылах. Обращенные мицеллы ПАВ в неводных растворителях. Числа агрегации. Реакции в мицеллах и мицеллярный катализ.</p> <p>Солюбилизация как коллоидно-химическое явление. Закономерности солюбилизации в мицеллах и глобулярных белках.</p>	2	Решение задач	2	–	–

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Микроэмульсии. Теория фазового состояния. Взаимодействия и реакции в микроэмульсиях. Коллоидно-химические явления при эмульсионной полимеризации. Роль поверхностно-активных коллоидов – растворов солей желчных кислот в процессе ассимиляции жиров организмом					
6	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	Броуновское движение. Теория броуновского движения по Эйнштейну-Смолуховскому, экспериментальная проверка теории Перреном, Сведбергом, Вавиловым. Диффузия в коллоидных системах. Уравнение Эйнштейна. Осмотические явления в коллоидных системах, их роль в биологических процессах. Седиментация в дисперсных системах. Уравнение Сведберга-Одена. Седиментационно-диффузионное равновесие Перрена-Больцмана; время установления равновесия. Применение центрифуги и ультрацентрифуги (Думанский, Сведберг)	2	Решение задач	2	–	–
7	Оптические свойства дисперсных систем	Рассеяние и поляризация света в коллоидных системах. Закон Рэлея и условия его применимости. Нерэллеевское рассеяние и поглощение света непроводящими и проводящими частицами. Окраска коллоидных систем. Окрашенные коллоидные растворы в природе и технике. Двойное лучепреломление в коллоидных системах	2	Решение задач	2	–	–

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоёмкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
8	Электрические свойства дисперсных систем	<p><u>Электрокинетические явления:</u> электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Электрокапиллярные явления. Обессоливание воды методом электродиализа и обратного осмоса.</p> <p><u>Современные представления о структуре двойного электрического слоя на границе раздела фаз.</u></p> <p>Электрокинетический потенциал. Строение мицелл в гидрофобных коллоидных системах. Правило Фаянса и Содди достройки кристаллической решетки.</p> <p>Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на электрокинетический потенциал и заряд коллоидных частиц. Перезарядка частиц.</p> <p>Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для определения электро-осмотического (электрофоретического) переноса; методы определения электрокинетического потенциала.</p> <p>Состояние полиэлектролитов с одноименно заряженными группами в растворах. Амфолиты, белки, изоэлектрическое и изоионное состояния</p>	2	Решение задач	2	—	—
9	Методы получения, очистки и исследования дисперсных систем	<p>Методы получения дисперсных систем: диспергирование, конденсация, пептизация.</p> <p>Методы очистки дисперсных систем: диализ, электродиализ, ультрафильтрация.</p> <p>Методы исследования дисперсных систем: нефелометрия, турбидометрия, ультрамикроскопия, электронная микроскопия, рентгенография и электронография</p>	2	1) Получение коллоидных систем конденсационным и методами 2) Очистка коллоидных систем	6	—	—

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
10	Органическая устойчивость дисперсных систем	<p>Агрегатная и седиментационная устойчивость дисперсных систем. Термодинамическая устойчивость лиофильных дисперсных систем. Условия самопроизвольного диспергирования. Молекулярные взаимодействия в дисперсных системах. Константы Гамакера. Потенциальная энергия взаимодействия частиц.</p> <p>Нарушение агрегатной устойчивости вследствие протекания самопроизвольных процессов: коагуляции, коалесценции, изотермической перегонки.</p> <p>Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Эффект Марангони-Гиббса как фактор стабилизации пленок, пен и эмульсий. Структурно-механический барьер по Ребиндеру как фактор сильной стабилизации. Стабилизирующее действие двойных диффузных слоев ионов, электростатическая составляющая расклинивающего давления. Теория устойчивости дисперсных систем по Дерягину-Ландау-Фервею и Овербеку.</p> <p><u>Золи и суспензии.</u> Коагуляция гидрофобных золь электролитами. Кинетика быстрой и медленной коагуляции по Смолуховскому. Основы современной теории коагуляции лиофобных золь электролитами. Правило Шульце-Гарди. Порог коагуляции. Критический потенциал. Пептизация. Взаимная коагуляция золь. Перезарядка золь.</p>	4	Определение порога коагуляции	4	—	—

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		<p>Устойчивость и коагуляция зелей и суспензий в технологических процессах и в природе. Коагуляция в водных растворах полиэлектролитов. Высаливание белков при добавлении электролитов. Явление коацервации, ее роль в биологических процессах, в процессах фазоразделения. Микрокапсулирование.</p> <p><u>Студни (гели).</u> Классификация гелей. Теория строения. Методы получения. Желатинирование. факторы, влияющие на процесс желатинирования. Набухание гелей. Факторы, влияющие на набухание. Явление набухания в природе. Тиксотропия. Синерезис. Диффузия в студнях. Реакции в студнях.</p> <p><u>Эмульсии.</u> Классификация и методы получения эмульсий, обращение фаз в эмульсиях. Практическое получение эмульсий. Стабилизация эмульсий. Классификация эмульгаторов. Жидкие и твердые эмульгаторы.</p> <p><u>Пены.</u> Методы получения и устойчивость пен. Устойчивость «черных» пленок. Кратность и время жизни пен. Пенообразователи. Теория пенообразования. Моющие вещества и теория моющего действия. Пенная флотация.</p> <p><u>Аэрозоли.</u> Особенности строения и свойств. Туманы. Дымы и пыль. Методы получения. Разрушение аэрозолей. Проблемы защиты атмосферы от загрязнения аэрозолями.</p>		<p>Эмульсии и их свойства</p> <p>Желеобразное состояние: студни, гели</p>	<p>2</p> <p>2</p>	<p>—</p> <p>—</p>	<p>—</p> <p>—</p>

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
11	Реологические свойства дисперсных систем	<p>Понятие о физико-химической механике и её основные задачи.</p> <p>Развитие пространственных структур в дисперсных системах. Кристаллизационно-конденсационные и коагуляционные структуры. Природа контактов между элементами структуры. Связнодисперсные системы. Образование кристаллизационно-конденсационных дисперсных структур при выделении и срастании частиц новой фазы.</p> <p><u>Основы реологии.</u> Реологические свойства дисперсных систем. Уравнение Ньютона; уравнение Эйнштейна, причины аномалии вязкости дисперсных систем. Уравнение Бингама. Прочность дисперсных систем. Предельное напряжение сдвига. Природа упругости (высокоэластичности) дисперсных систем. Понятие о релаксации напряжения и упругом последствии. Реологические кривые течения.</p> <p>Тиксотропия как обратимое восстановление коагуляционных структур после механического разрушения в процессе течения; зависимость эффективной вязкости от напряжения сдвига. Роль тиксотропии в биологии и технологических процессах.</p>	1	Определение вязкости коллоидных растворов	4	—	—

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Адсорбционное влияние среды на механические свойства (прочность и пластичность) твердых тел и материалов – эффект Ребиндера. Использование оптимального сочетания механических воздействий и физико-химических явлений на межфазных границах для управления структурой и механическими свойствами в процессах получения, обработки и эксплуатации материалов и в химико-технологических процессах с участием дисперсных фаз					
	Всего аудиторных часов		27		36		–

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Методы получения, очистки и исследования дисперсных систем	<p>Методы получения дисперсных систем: диспергирование, конденсация, пептизация.</p> <p>Методы очистки дисперсных систем: диализ, электродиализ, ультрафильтрация.</p> <p>Методы исследования дисперсных систем: нефелометрия, турбидометрия, ультрамикроскопия, электронная микроскопия, рентгенография и электронография</p>	2	Получение коллоидных систем конденсационными методами	2	–	–
2	Органическая устойчивость дисперсных систем	<p><u>Золи и суспензии.</u> Коагуляция гидрофобных золь электролитами. Кинетика быстрой и медленной коагуляции по Смолуховскому. Основы современной теории коагуляции лиофобных золь электролитами. Правило Шульце-Гарди. Порог коагуляции. Критический потенциал. Пептизация. Взаимная коагуляция золь. Перезарядка золь. Устойчивость и коагуляция золь и суспензий в технологических процессах и в природе. Коагуляция в водных растворах полиэлектролитов. Высаливание белков при добавлении электролитов. Явление коацервации, ее роль в биологических процессах, в процессах фазоразделения. Микрокапсулирование.</p>	2	Решение задач	2	–	–

Продолжение таблицы 4							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		<p><u>Студни (гели).</u> Классификация гелей. Теория строения. Методы получения. Желатинирование. факторы, влияющие на процесс желатинирования. Набухание гелей. Факторы, влияющие на набухание. Явление набухания в природе. Тиксотропия. Синерезис. Диффузия в студнях. Реакции в студнях.</p> <p><u>Эмульсии.</u> Классификация и методы получения эмульсий, обращение фаз в эмульсиях. Практическое получение эмульсий. Стабилизация эмульсий. Классификация эмульгаторов. Жидкие и твердые эмульгаторы.</p> <p><u>Пены.</u> Методы получения и устойчивость пен. Устойчивость «черных» пленок. Кратность и время жизни пен. Пенообразователи. Теория пенообразования. Моющие вещества и теория моющего действия. Пенная флотация.</p> <p><u>Аэрозоли.</u> Особенности строения и свойств. Туманы. Дымы и пыль. Методы получения. Разрушение аэрозолей. Проблемы защиты атмосферы от загрязнения аэрозолями.</p>					
	Всего аудиторных часов		4		4		–

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-1	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- практические работы – всего 80 балла;
- итоговая контрольная работа – 20 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Коллоидная химия» проводится в форме устного экзамена по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.5). Экзаменационный билет включает два вопроса из приводимого ниже перечня и задачу. Экзаменационные билеты составляется таким образом, чтобы каждый вопрос относился к различному модулю. Ответ на каждый вопрос оценивается из 33 баллов. Студент на устном экзамене может набрать до 100 баллов.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Домашнее задание не предусмотрено

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Рефераты не предусмотрены

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Варианты заданий для студентов очной формы обучения

Тема 1 Определение, основные задачи и направления коллоидной химии

1) Дисперсность частиц коллоидного золота равна 10^8 м^{-1} . Принимая частицы золота в виде кубиков, определите, какую поверхность $S_{\text{общ}}$ они могут покрыть, если их плотно уложить в один слой. Масса коллоидных частиц золота 1 г. Плотность золота равна $19,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

2) Коллоидные частицы золота имеют дисперсность $D = 10^8 \text{ м}^{-1}$. Какой длины (L) будет нить, если 1 г кубиков золота расположить друг за другом. Плотность золота составляет $19,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

3) Определите энергию Гиббса G_S поверхности капель водяного тумана массой $m = 4 \text{ г}$ при 293 К , если плотность воды $\rho = 0,998 \text{ г/см}^3$, поверхностное натяжение воды $\sigma = 72,75 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$, дисперсность частиц $D = 50 \text{ мкм}^{-1}$.

4) Вычислите суммарную поверхность 250 г угольной пыли с диаметром частиц, равным $6 \cdot 10^{-5} \text{ м}$. Плотность угля равна $1,8 \text{ кг/м}^3$.

5) Какова общая поверхность 5 кг угля, если средний радиус частиц равен $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}$? Плотность угля составляет 1800 кг/м^3 .

Тема 2 Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхностей раздела фаз

1) Вычислите поверхностное натяжение на границе раздела бензол вода после взбалтывания бензола с водой и разделения фаз. Поверхностное натяжение бензола и воды на границе с воздухом соответственно равны $0,0288$ и $0,0727 \text{ Дж/м}^2$.

2) Вычислите коэффициент растекания и определите, будет ли гексан растекаться по поверхности воды, если работа когезии для гексана равна $0,0328 \text{ Дж/м}^2$, а работа адгезии гексана к воде равна $0,0401 \text{ Дж/м}^2$?

3) Вычислите коэффициент растекания для октана при 20°C . Поверхностное натяжение воды, октана и межфазное натяжение соответственно равны: $0,0728$, $0,0218$ и $0,0486 \text{ Дж/м}^2$. Будет ли октан растекаться по поверхности воды?

4) Теплота смачивания твердой поверхности водой составляет $85,415 \text{ кДж/кг}$, а бензолом равна $30,948 \text{ кДж/кг}$. Является ли данная поверхность гидрофильной?

5) Гексан взболтан с водным раствором изопропилового спирта. Найдите межфазное натяжение на границе раздела фаз, если поверхностное натяжение водного раствора спирта и гексана на границе с воздухом соответственно равны $0,0695$ и $0,0184 \text{ Дж/м}^2$.

Тема 3 Адсорбционные слои и их влияние на свойства дисперсных систем

1) Поверхностное натяжение (определение, единицы измерения, зависимость от температуры).

2) Особенности молекул поверхностного слоя.

3) Приведите примеры проявления силы поверхностного натяжения.

4) Методы измерения поверхностного натяжения.

5) Преимущества и недостатки метода счета капель.

6) Дайте определения явлениям смачивания и несмачивания, приведите примеры.

7) Вычислите поверхностное натяжение анилина при 292 К , если методом наибольшего давления пузырька газа получены следующие данные: давление пузырька при проскакивании его в воду составляет $11,82 \cdot 10^2 \text{ Н/м}^2$, а в анилин равно $7,12 \cdot 10^2 \text{ Н/м}^2$. Поверхностное натяжение воды $72,55 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$.

8) Вычислите поверхностное натяжение воды при 17°C методом счета капель, если диаметр капилляра $5,03 \text{ мм}$, а 8 капель воды имеют объем $0,941 \text{ мл}$. Плотность воды равна $0,999 \text{ г/мл}$. Полученную величину сравните с табличной ($73,1 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$).

9) Вычислите поверхностное натяжение воды по методу поднятия жидкости в капилляре, если при опускании капилляра в воду она поднялась на $22,5 \text{ мм}$. Радиус капилляра был предварительно определен по длине и весу столбика ртути, заткнутой в капилляр на высоту $7,3 \text{ см}$. Масса ртути составляет $1,395 \text{ г}$, плотность ртути равна $13,56 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

10) При адсорбции углекислого газа на активированном угле были получены следующие данные:

$p \cdot 10^{-2}, \text{ Н/м}^2$	9,9	49,7	99,8	200
$A \cdot 10^3, \text{ кг/кг}$	32,0	70,0	91,0	102,0

Графически определите константы в уравнении Лэнгмюра, пользуясь которыми, постройте изотерму Лэнгмюра.

11) При 293 К зависимость поверхностного натяжения от концентрации водного раствора пропилового спирта выражается уравнением Шишковского. Определите адсорбцию пропилового спирта на поверхности раздела водный раствор – воздух при концентрации 0,25 моль/л.

12) При адсорбционном насыщении при 293 К площадь, занимаемая молекулой изобутилового спирта равна $2,97 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2$. Вычислите величину предельной адсорбции и постоянную B уравнения Шишковского.

Тема 4 Термодинамика молекулярной адсорбции из раствора

1) Что такое полиэлектролитные комплексы?

2) Охарактеризуйте процесс набухания высокомолекулярных соединений.

3) Способы исследования процесса набухания.

4) Кинетические характеристики процесса набухания.

5) Что такое равновесная степень набухания и чем она определяется?

6) При конденсации тумана, состоящего из капель кадмия, образовалось 12,5 жидкого кадмия. Поверхностное натяжение при температуре конденсации равно 570 мДж/м^2 . Свободная поверхностная энергия всех капель составляла 53 Дж. Вычислите дисперсность и диаметр капель жидкого кадмия.

7) Рассчитать давление насыщенных паров над каплями воды = 1 г/см³ ρ с дисперсностью 0,1 нм⁻¹ при 293 К. Давление над плоской поверхностью при этой температуре составляет 2338 Па, поверхностное натяжение $72,7 \text{ мДж/м}^2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$, мольный объем 18 /моль.

8) В воздухе, содержащем пары воды, образуется туман при температуре 270 К. Степень пересыщения составляет 3,01. Поверхностное натяжение $73 \text{ мДж/м}^2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$, мольный объем вещества в конденсированном состоянии 18 /моль. Рассчитать критический размер ядер конденсации и число молекул, содержащихся в них.

Тема 5 Лиофильные дисперсные системы

1) Рассчитать удельную поверхность частиц золя золота, полученного в результате дробления 0,5 г золота на частицы шарообразной формы диаметром 7 нм и плотностью 19,32 г/мл.

2) Эритроциты человека имеют форму диска диаметром 7,5 мкм и толщиной 1,6 мкм. Вычислите эффективный радиус и удельную поверхность эритроцитов.

3) Аэрозоль получен распылением 0,5 кг угля в 1 м³ воздуха. Частицы аэрозоля имеют шарообразную форму, диаметр частицы $8 \cdot 10^{-5} \text{ м}$. Определите удельную поверхность и число частиц в этом аэрозоле. Плотность угля 1,8 кг/м³.

4) При дроблении 8,13 г металла на правильные кубические частицы с длиной ребра $4 \cdot 10^{-8}$ м получили дисперсную систему, которая может применяться в качестве адсорбента. Рассчитать удельную и общую поверхность адсорбента. Плотность металла $1,355 \cdot 10^3$ кг/м³.

5) По изотерме поверхностного натяжения водных растворов додецилсульфата натрия, полученной при температуре 20°C, определите значение ККМ и площадь S_0 , приходящуюся на одну молекулу ПАВ в насыщенном адсорбционном слое на границе раздела раствор-воздух.

С, ммоль/л	0,005	0,01	0,05	0,1	0,5	1,0	2,0	3,0	6,0	7,5	8,5	10,0
σ , мДж/м ²	72,2	72,0	71,8	71,2	64,7	59,6	52,9	48,2	41,0	38,9	38,8	38,8

6) Для додецилсульфата натрия ($C_{12}H_{25}SO_4Na$) в водном растворе хлорида натрия экспериментально определено значение коэффициента диффузии мицелл $D = 1,145 \cdot 10^{-10}$ м²/с. Определите радиус мицелл, число ассоциации m и мицеллярную массу $M_{миц}$, если при температуре 20°C плотность чистого ПАВ составляет 1,15 г/см³, а вязкость дисперсионной среды 1 мПа·с.

Тема 6 Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем

1) Коэффициент диффузии арабинозы в воде при 291 К составляет $5,4 \cdot 10^{-5}$ м²/сутки. Вязкость воды равна $1,06 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м². Вычислите радиус молекулы (в м) и молярную массу органического вещества. Плотность арабинозы составляет $1,618 \cdot 10^3$ кг/м³. Полученное значение молярной массы сравните с теоретическим значением ($M = 150$ г / моль).

2) Вычислите проекцию среднего смещения частиц эмульсии с радиусом $6,5 \cdot 10^{-6}$ м за 1 с. Вязкость среды равна $1 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м², температура составляет 288 К. Чему равен коэффициент диффузии частиц эмульсии (в м²/с и м²/сутки)?

3) Коллоидный раствор 2,8 кг ртути, диспергированной в 1 м³ при 18°C показывает осмотическое давление 3,45 Н/м². Определите размер частиц золя ртути: а) форма частиц сферическая – радиус частиц; б) форма частиц – кубическая – длину ребра частицы. Плотность ртути равна $13,55 \cdot 10^3$ кг/м³.

4) Гидрозоля сульфида мышьяка содержит 7,2 кг As_2S_3 в 1 м³ золя. Средний диаметр частиц составляет $2 \cdot 10^{-8}$ м. Вычислите: а) частичную концентрацию гидрозоля и его осмотическое давление при 273 К, если плотность твердого сульфида мышьяка равна $2,8 \cdot 10^3$ кг/м³; б) частичную концентрацию гидрозоля и его осмотическое давление, предполагая, что сульфид мышьяка образует истинный раствор такой же массовой концентрации. Во сколько раз осмотическое давление гидрозоля меньше осмотического давления предполагаемого истинного раствора?

5) Гидрозоля золота состоит из частиц диаметром $2 \cdot 10^{-9}$ м. На какой высоте при 27°C число частиц в золе уменьшится в два раза? Плотность золота $19,6 \cdot 10^3$ кг/м³, плотность воды $1 \cdot 10^3$ кг/м³

Тема 7 Оптические свойства дисперсных систем

1) При исследовании гидрозоля серебра с помощью ультрамикроскопа в видимом объеме подсчитано 10 частиц. Площадь поля зрения составляет $4,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$, глубина пучка $8 \cdot 10^{-6} \text{ м}$. Приняв форму частиц за шарообразную, вычислите их средний радиус. Массовая концентрация золя составляет $3 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м}^3$, плотность серебра равна $10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

2) Получены следующие значения процента прохождения лучей света I через слой золя мастики различных концентраций C и толщины l :

Концентрация C , %	0,8	0,4	0,1
Толщина слоя $l \cdot 10^3$, м	2,5	2,5	5,0
Процент прошедшего света, %	1,3	9	30

Для проверки применимости закона Бугера – Ламберта – Бера вычислите коэффициент поглощения e для каждой концентрации золя мастики.

Тема 8 Электрические свойства дисперсных систем

1) Найдите величину электрокинетического потенциала для латекса полистирола, если при электрофорезе смещение цветной границы за 60 мин составляет $h = 2,6 \text{ см}$. Напряжение, приложенное в электродах $E = 115 \text{ В}$. Расстояние между электродами $l = 55 \text{ см}$. Диэлектрическая проницаемость среды $\epsilon = 81$, вязкость среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$.

2) Вычислите величину электрокинетического потенциала на границе кварцевое стекло – водный раствор хлорида калия, если в процессе электроосмоса были получены следующие данные: сила тока $I = 4 \cdot 10^{-4} \text{ А}$, время переноса объема раствора, равного $V = 1 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$ составляет 12,4 с. Удельная электрическая проводимость среды $k = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$. Диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 81$, вязкость среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$.

3) Под каким давлением должен продавливаться раствор хлорида калия через керамическую мембрану, чтобы потенциал течения был равен $4 \cdot 10^{-3} \text{ В}$. Электрокинетический потенциал равен 30 мВ, удельная электрическая проводимость среды $k = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$. Диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 81$, вязкость среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$.

4) Рассчитайте величину потенциала течения, используя следующие экспериментальные данные: при электроосмотическом движении водного раствора хлорида калия через мембрану из полистирола объемная скорость $u = 8 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3/\text{с}$, сила тока равна $4 \cdot 10^{-4} \text{ А}$, давление, при котором раствор продавливается через мембрану составляет $2 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$.

Тема 9 Методы получения, очистки и исследования дисперсных систем

1) Что такое коллоидная система?

2) Каковы основные методы получения коллоидных систем и на чем они основаны?

3) Что представляют собой дисперсионные методы получения дисперсных систем?

4) Охарактеризуйте физические конденсационные методы получения коллоидных систем.

5) Охарактеризуйте химические конденсационные методы получения коллоидных систем.

6) Каковы основные методы очистки коллоидных систем и на чем они основаны?

7) Какие полупроницаемые материалы используются для очистки коллоидных систем?

8) Какими приемами осуществляют интенсификацию диализа?

9) Какова конструкция диализатора при электродиализе?

10) От каких примесей очищают коллоидные системы электродиализом?

11) Что такое ультрафильтрация и в каких случаях используется этот метод?

12) Золь иодида серебра получен методом химической конденсации при избытке нитрата серебра. К какому электроду будет двигаться частица при электрофорезе? Напишите формулу мицеллы золя.

13) Для получения золя $AgCl$ смешали 10 мл 0,02М KCl и 100 мл 0,05 М $AgNO_3$. Напишите формулу мицеллы полученного золя. К какому электроду будет двигаться частица при электрофорезе?

Тема 10 Органическая устойчивость дисперсных систем

1) Что называется коагуляцией коллоидного раствора?

2) Чем определяется устойчивость коллоидных растворов?

3) Объясните сущность правила Шульце-Гарди.

4) Опишите методы защиты коллоидных систем от коагуляции.

5) В чем заключается коагулирующее действие электролитов?

6) Что такое эмульсия? Какова их классификация? Объясните причину неустойчивости эмульсий.

7) Какие требования предъявляют к эмульгатору?

8) Нарисуйте схему расположения молекул эмульгатора на капельке дисперсной фазы в эмульсиях М/В и В/М.

9) В чем сущность явления обращения фаз эмульсии?

10) Назовите методы определения типа эмульсии.

11) Липосомы и их применение.

12) Какие системы называются студнями, гелями, ксерогелями? Факторы, влияющие на студнеобразование.

13) Способы получения гелей и их применение.

14) Термодинамика процессов старения системы (самостоятельная работа студентов).

15) В разбавленный раствор NaI (вещества А) медленно вводят раствор $AgNO_3$ (вещество В), в результате образуется AgI (гидрозоль С). Напишите

формулу мицеллы, укажите знак заряда коллоидной частицы. Какой из указанных электролитов-коагуляторов: NaF , $Ca(NO_3)_2$, K_2SO_4 обладает наименьшим порогом коагуляции для AgI (гидрозоля С)?

16) Чтобы вызвать коагуляцию 10,0 мл гидрозоля $Fe(OH)_3$, полученного гидролизом хлорида железа (III), прилили растворы следующих электролитов:

Электролит	$NaNO_3$	Na_2SO_4	Na_3PO_4
V , мл	8,0	12	1,0
C , моль/л	1,0	0,01	0,01

Рассчитайте пороги коагуляции, определите знак заряда коллоидной частицы и напишите формулу мицеллы, если стабилизатором золя является электролит $FeOCl$.

17) Во сколько раз уменьшится начальное число частиц n_0 дыма мартеновских печей через 1, 10 и 100 с после начала коагуляции? Средний радиус частиц $r = 2 \cdot 10^{-8}$ м, массовая концентрация частиц в 1 м^3 составляет $1 \cdot 10^{-3}$ кг, плотность частиц $\rho = 2,2 \cdot 10^3$ кг/м³. Константа скорости коагуляции $k = 3 \cdot 10^{-16}$ м³/с.

Тема 11 Реологические свойства дисперсных систем

- 1) Что такое вязкость растворов?
- 2) Нормально вязкие и структурированные системы.
- 3) Какова связь между концентрацией и вязкостью в структурированных системах?
- 4) Как зависит вязкость от температуры?
- 5) Что такое ламинарное течение жидкости?
- 6) Чем объясняется аномальная вязкость растворов ВМС? Влияют ли на величину вязкости условия приготовления растворов?
- 7) От каких факторов зависит вязкость жидкостей? Почему отдельные анионы оказывают влияние на вязкость?

Задание к итоговой контрольной работе

- 1) По отношению к коллоидным растворам справедливо следующее утверждение:
 - а) гетерогенны, неустойчивы кинетически и термодинамически, мутные;
 - б) гетерогенны, относительно неустойчивы кинетически, прозрачны, рассеивают свет;
 - в) гетерогенны, частицы видны в оптический микроскоп, мутные, рассеивают свет;
 - г) гомогенны, устойчивы термодинамически и кинетически, прозрачны.
- 2) Дисперсная система, условное обозначение которой ж/г называется:
 - а) суспензия;
 - б) эмульсия;
 - в) аэрозоль;
 - г) золь.

- 3) Дисперсная система, условное обозначение которой т/ж называется:
- эмульсия;
 - пена;
 - суспензия;
 - аэрозоль
- 4) К лиофобным относятся все дисперсные системы в ряду:
- коллоидные растворы ПАВ, суспензии, пены, аэрозоли;
 - золи, суспензии, эмульсии, пены;
 - суспензии, коллоидные растворы ПАВ, пены, золи;
 - эмульсии, пены, коллоидные растворы ВМС, аэрозоли.
- 5) К свободно-дисперсным относятся все дисперсные системы в ряду:
- суспензии, эмульсии, пены, студни;
 - пены, золи, эмульсии, аэрозоли;
 - золи, суспензии, эмульсии, аэрозоли;
 - студни, аэрозоли, пены, суспензии.
- 6) Для получения коллоидных систем из грубодисперсных систем можно использовать метод:
- электрофореза;
 - диализа;
 - диспергирования;
 - эмульгирования.
- 7) Для образования частиц коллоидных размеров из истинных растворов можно использовать:
- механическое диспергирование;
 - ультразвук;
 - физико-химическое дробление осадка;
 - реакции гидролиза.
- 8) Причиной светорассеяния коллоидными частицами является:
- гомогенность коллоидных растворов;
 - плотность дисперсионной среды;
 - соизмеримость размера коллоидных частиц с длиной волны света;
 - термодинамическая неустойчивость коллоидов.
- 9) Электрофорез – это процесс перемещения под действием внешнего электрического тока:
- катионов;
 - частиц дисперсной фазы;
 - анионов;
 - частиц дисперсионной среды.
- 10) Электроосмос – это процесс перемещения под действием внешнего электрического тока:
- гранулы;
 - мицеллы;
 - частицы дисперсной фазы;
 - дисперсионной среды.

- 11) Электрокинетический ζ -потенциал возникает:
- а) на границе ядра и потенциалопределяющих ионов;
 - б) на границе адсорбционного и диффузного слоёв;
 - в) на границе потенциалопределяющих ионов и противоионов;
 - г) на границе мицеллы с дисперсной средой.
- 12) Величина ζ -потенциала оказывает влияние на устойчивость лиофобных золь следующим образом:
- а) увеличивает устойчивость;
 - б) не изменяет устойчивость;
 - в) уменьшает устойчивость;
 - г) влияние зависит от природы золя.
- 13) Структурной единицей коллоидов является:
- а) агрегат;
 - б) ядро;
 - в) мицелла;
 - г) гранула.
- 14) Знак заряда коллоидных частиц определяется:
- а) противоионами;
 - б) ионами диффузного слоя;
 - в) потенциалопределяющими ионами;
 - г) ионами растворителя.
- 15) Формула мицеллы, образованной при взаимодействии хлорида бария с избытком сульфата калия:
- а) $\{[mBaSO_4] n SO_4^{2-} - 2(n-x)K^+\} 2x - 2xK^+$;
 - б) $\{[mBaSO_4] n Ba^{2+} + 2(n-x)Cl^-\} 2x + 2xCl^-$;
 - в) $\{[mBaSO_4] n SO_4^{2-} - (n-x)K^+\} 2x - xK^+$;
 - г) $\{[mBaSO_4] n SO_4^{2-} - 2K^+\} 2x - 2xK^+$.
- 16) Формула мицеллы, образованной при взаимодействии иодида серебра с избытком нитрата серебра:
- а) $\{m[AgI] \cdot n NO_3^- \cdot (n-x) Ag^+\} x^- \cdot x Ag^+$,
 - б) $\{m[AgI] \cdot n Ag^+ \cdot (n-x) NO_3^-\} x^+ \cdot x NO_3^-$;
 - в) $\{m[AgI] \cdot n I^- \cdot (n-x) K^+\} x^- \cdot x K^+$;
 - г) $\{m[AgI] \cdot n K^+ \cdot (n-x) I^-\} x^+ \cdot x I^-$.
- 17) Устойчивость дисперсных систем – это:
- а) способность сохранять постоянство дисперсности и равномерного распределения частиц дисперсной фазы;
 - б) устойчивость к передвижению частиц в электрическом поле;
 - в) устойчивость к броуновскому движению;
 - г) способность сохранять постоянство рН.
- 18) Седиментационная устойчивость дисперсных систем – это устойчивость частиц:
- а) к изменению рН;
 - б) к оседанию под действием силы тяжести;
 - в) к изменению поверхностного натяжения;

- г) образованию более крупных агрегатов.
- 19) Агрегативная устойчивость дисперсных систем – это:
- а) способность сохранять размер частиц;
 - б) устойчивость к изменению pH;
 - в) устойчивость к изменению поверхностного натяжения;
 - г) способность к образованию частиц определенного размера.
- 20) Коагуляцией называется процесс:
- а) движения коллоидных частиц в электрическом поле;
 - б) объединения частиц в более крупные агрегаты;
 - в) рассеивания света;
 - г) диффундирования коллоидов.
- 21) Коагулирующим действием обладают:
- а) ионы, заряженные противоположно грануле;
 - б) только катионы
 - в) любые катионы и анионы;
 - г) только анионы.
- 22) Коагуляция зольей электролитами подчиняется правилу:
- а) Шульце–Гарди;
 - б) Панета–Фаянса;
 - в) Вант–Гоффа;
 - г) Дюкло–Траубе.
- 23) Коагулирующая способность электролита при увеличении заряда коагулирующего иона:
- а) не изменяется;
 - б) возрастает;
 - в) уменьшается;
 - г) не имеет четкой зависимости.
- 24) Взаимная коагуляция – это:
- а) процесс оседания коллоидных частиц при добавлении смеси электролитов;
 - б) образование осадка при смешении коллоидов с одинаковым знаком заряда частиц;
 - в) образование осадка при смешении коллоидов с разным знаком заряда частиц;
 - г) процесс коагуляции при добавлении электролита малыми порциями.
- 25) Коллоидная защита – это:
- а) метод получения зольей;
 - б) метод очистки зольей;
 - в) способность некоторых веществ защищать золи от коагуляции;
 - г) способность коллоидов защищать ВМС от коагуляции.
- 26) Аналогично коллоидным растворам растворы ВМС:
- а) самопроизвольно не образуются;
 - б) необратимы;
 - в) не проходят через полупроницаемые мембраны;

г) гетерогенны.

27) Образующие эмульсию две жидкости должны:

- а) хорошо смачиваться;
- б) быть неполярными;
- в) быть полярными;
- г) не смешиваться.

Задания для студентов заочной формы обучения

1) Вычислите суммарную поверхность 250 г угольной пыли с диаметром частиц, равным $6 \cdot 10^{-5}$ м. Плотность угля равна $1,8 \text{ кг/м}^3$. Теплота смачивания угля водой равна $24,685 \text{ кДж/кг}$, а бензолом $66,946 \text{ кДж/кг}$. Является ли данная поверхность гидрофильной?

2) Определите диаметр трубки капилляра, если ацетон поднимается в ней на 6,3 мм. Поверхностное натяжение ацетона составляет $23,70 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$, плотность ацетона равна $0,791 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

3) Найдите адсорбцию пропионовой кислоты на поверхности раздела водный раствор – воздух при 290 К и концентрации 0,5 моль/л по следующим значениям констант уравнения Шишковского: $B=12,5 \cdot 10^{-3}$, $A=7,73$.

4) Вычислите скорость электрофореза коллоидных частиц берлинской лазури, если электрокинетический потенциал $\zeta = 0,058 \text{ В}$, напряженность электрического поля $H=10 \cdot 10^2 \text{ В/м}$. Диэлектрическая проницаемость среды $\epsilon = 81$, вязкость среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$

5) Золь гидроксида алюминия получен сливанием равных объемов растворов хлорида алюминия и гидроксида натрия. Одинаковы ли исходные концентрации электролитов, если при электрофорезе частицы перемещаются к аноду? Какой из электролитов взят в избытке? Напишите формулу мицеллы золя $Al(OH)_3$.

б)

1. Напишите уравнение реакции образования гидрозоля C из веществ A и B .

2. Напишите формулу мицеллы образовавшегося гидрозоля C при условии, что вещество A взято в избытке. Укажите знак заряда коллоидной частицы.

3. Укажите электролит-коагулятор, обладающий меньшим порогом коагуляции.

A(изб.)	B	C	Электролит-коагулятор
NaJ	AgNO ₃	AgJ	NaF, Ca(NO ₃) ₂ , K ₂ SO ₄

7) Раствор золя золота с массовой концентрацией частиц $5 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м}^3$ исследовали под ультрамикроскопом. Среднее число частиц в поле зрения площадью $1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ и глубиной пучка $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ равно 65. Полагая, что частицы золя золота имеют сферическую форму, вычислите их средний радиус. Плотность золота равна $19,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

8) Вычислите осмотическое давление аэрозоля – дыма мартеновских печей при 20°C , если массовая концентрация частиц аэрозоля составляет $0,8 \text{ кг/м}^3$, радиус частиц равен $1,1 \cdot 10^{-8} \text{ м}$, плотность частиц равна $2,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену

1) Определение, основные задачи и направления коллоидной химии. Классификация дисперсных систем (по степени дисперсности и агрегатным состояниям). Лиофильные и лиофобные системы; сходство и различия между ними и растворами и дисперсиями высокомолекулярных соединений. Краткий исторический обзор развития коллоидной химии. Значение коллоидной химии для биологии, геологии, медицины и других областей науки, и техники и сельского хозяйства.

2) Граница раздела фаз; ее силовое поле. Дать описание поверхностного натяжения как характеристики этого поля; молекулярное давление.

3) Назвать основные положения термодинамики поверхностных явлений. В чем сущность сгущения термодинамических функций в поверхностном слое? Как влияет температура на удельные термодинамические функции поверхностного слоя? В чем заключается правило Антонова?

4) В чем заключается суть явлений капиллярности и смачивания? Назовите термодинамические условия смачивания и растекания (полного смачивания) на твердых и жидких поверхностях. Дать определение понятий: краевой угол, теплота смачивания, избирательное смачивание, лио-(гидро-)фильные и лио-(гидро-)фобные поверхности. В чем заключается работа когезии и адгезии? Перечислить особенности адгезии бактерий на твердых поверхностях.

5) Что такое капиллярное давление? Сформулируйте закон Лапласа и закон Томсона (Кельвина). В чем заключается особенность самопроизвольных процессов собирательной рекристаллизации, изотермической перегонки веществ, капиллярной конденсации пара в узких порах адсорбента? Какую роль играют капиллярные явления в агротехнике и биологии?

6) Охарактеризуйте адсорбцию из растворов на жидких и твердых поверхностях как самопроизвольное сгущение на границе раздела фаз массы компонентов, понижающих поверхностное (межфазное) натяжение. Дайте понятие поверхностная активность. Как зависит поверхностное натяжение от концентрации раствора ПАВ? Напишите уравнение Шишковского, Адсорбционное уравнение Гиббса. Где они применяются? Сформулируйте правило Траубе-Дюкло.

7) Что такое поверхностно-активные вещества (ПАВ)? Дайте классификацию ПАВ по молекулярному строению (анион-, катионактивные, амфолитные, неионогенные, низко- и высокомолекулярные) и по механизму действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие средства). Охарактеризуйте белки, ферменты, липиды, гликолипиды, липополипептиды как природные поверхностно-активные вещества (Био-ПАВ). Что такое

гидрофильно-олеофильный баланс молекул ПАВ? Дать понятие поверхностно-инактивные вещества.

8) Дайте характеристику адсорбции газов на твердой поверхности. Сформулируйте понятие о физической адсорбции и хемосорбции. Охарактеризуйте работу, теплоту и энтропию адсорбции. Что такое локализованная адсорбция газов на твердой поверхности по теории Ленгмюра? Сформулируйте потенциальную теорию полимолекулярной адсорбции Поляни и теорию БЭТ. Назовите адсорбционные методы определения удельной поверхности адсорбентов.

9) В чем заключаются закономерности молекулярной адсорбции из растворов? Сформулируйте правило уравнивания полярностей Ребиндера. Приведите уравнение изотермы мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Какова его связь с уравнением изотермы Шишковского? Что такое адсорбционная активность ПАВ? Как влияют адсорбционные слои ПАВ на смачивание и адгезию, гидрофилизацию и гидрофобизацию поверхностей? Как устроены адсорбционные слои низко- и высокомолекулярных ПАВ?

10) Что такое двумерное состояние вещества в адсорбционном слое? Что такое двумерное (поверхностное) давление? Приведите уравнение двумерного состояния вещества. Перечислите методы определения молекулярных констант адсорбционных слоев поверхностно-активных веществ. Дайте определение молекулярных масс белков с помощью весов Ленгмюра. В чем заключается специфика двумерного состояния биополимеров?

11) Охарактеризуйте равновесие в лиофильных коллоидных системах. Назовите критерий лиофильности по Ребиндеру и Щукину. Что такое самопроизвольное диспергирование? Перечислите коллоидные свойства поверхностно-активных веществ. Что такое мицеллообразование? Назовите методы определения критической концентрации мицеллообразования (ККМ). Что такое гидрофобные взаимодействия? В чем заключается термодинамика гидрофобных взаимодействий? Приведите бинарную фазовую диаграмму для системы вода/ПАВ. Как происходит мицеллообразование в мылах? Что такое обращенные мицеллы ПАВ в неводных растворителях? Приведите реакции в мицеллах и мицеллярный катализ.

12) Охарактеризуйте солюбилизацию как коллоидно-химическое явление. Перечислите закономерности солюбилизации в мицеллах и глобулярных белках. Что такое микроэмульсии? Сформулируйте теорию фазового состояния. Какие взаимодействия и реакции протекают в микроэмульсиях? Какую роль выполняют поверхностно-активные коллоиды – растворы солей желчных кислот в процессе ассимиляции жиров организмом?

13) Охарактеризуйте броуновское движение. Сформулируйте теорию броуновского движения по Эйнштейну-Смолуховскому, экспериментальную проверку теории Перреном, Сведбергом, Вавиловым. Что такое диффузия в

коллоидных системах? Напишите уравнение Эйнштейна. Опишите осмотические явления в коллоидных системах и их роль в биологических процессах.

14) Дать характеристику седиментации в дисперсных системах. Привести уравнение Сведберга-Одена. Что такое седиментационно-диффузионное равновесие Перрена-Больцмана; время установления равновесия? Как применяются центрифуги и ультрацентрифуги (Думанский, Сведберг)?

15) Охарактеризуйте рассеяние и поляризация света в коллоидных системах. Сформулируйте закон Рэля и условия его применимости. Что такое Нерэллеевское рассеяние и поглощение света непроводящими и проводящими частицами. Как окрашиваются коллоидные системы? Привести примеры окрашенных коллоидных растворов в природе и технике. Что такое двойное лучепреломление в коллоидных системах?

16) Перечислить методы получения дисперсных систем: диспергирование, конденсация, пептизация. Охарактеризовать методы очистки дисперсных систем: диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Дать краткую характеристику методам исследования дисперсных систем: нефелометрия, турбидометрия, ультрамикроскопия, электронная микроскопия, рентгенография и электронография.

17) Дать характеристику электрокинетическим явлениям: электрофорезу, электроосмосу, потенциалам седиментации и протекания. Что такое электрокапиллярные явления? Как происходит обессоливание воды методом электродиализа и обратного осмоса?

18) Современные представления о структуре двойного электрического слоя на границе раздела фаз. Понятие электрокинетический потенциал. Строение мицелл в гидрофобных коллоидных системах. Сформулировать правило Фаянса и Содди достройки кристаллической решетки. Привести уравнение Гельмгольца-Смолуховского для определения электро-осмотического (электрофоретического) переноса; методы определения электрокинетического потенциала.

19) Как влияют индифферентные и неиндифферентные электролиты на электрокинетический потенциал и заряд коллоидных частиц? Как происходит перезарядка частиц? Опишите состояние полиэлектролитов с одноименно заряженными группами в растворах.

20) Что такое агрегатная и седиментационная устойчивость дисперсных систем и термодинамическая устойчивость лиофильных дисперсных систем? Назовите условия самопроизвольного диспергирования. Как происходят молекулярные взаимодействия в дисперсных системах? Как происходят нарушения агрегатной устойчивости вследствие протекания самопроизвольных процессов: коагуляции, коалесценции, изотермической перегонки?

21) Перечислите факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Что такое эффект Марангони-Гиббса как фактор

стабилизации пленок, пен и эмульсий? Охарактеризуйте структурно-механический барьер по Ребиндеру как фактор сильной стабилизации. Как происходит стабилизирующее действие двойных диффузных слоев ионов, электростатическая составляющая расклинивающего давления? Сформулируйте теорию устойчивости дисперсных систем по Дерягину-Ландау-Фервею и Овербеку.

22) Дать характеристику золям и суспензиям. Как происходит коагуляция гидрофобных зольей электролитами? Опишите кинетику быстрой и медленной коагуляции по Смолуховскому. Назовите основные положения современной теории коагуляции лиофобных зольей электролитами. Сформулируйте правило Шульце-Гарди. Приведите понятия: порог коагуляции, критический потенциал, пептизация, взаимная коагуляция зольей, перезарядка зольей, устойчивость и коагуляция зольей и суспензий в технологических процессах и в природе. Как происходит коагуляция в водных растворах полиэлектролитов? Что такое высаливание белков при добавлении электролитов? Опишите явление коацервации, ее роль в биологических процессах, в процессах фазоразделения. Что такое микрокапсулирование?

23) Дать определение студням (гели). Как они классифицируются? Сформулировать теорию строения гелей. Перечислить методы получения гелей. Назвать факторы, влияющие на процесс желатинирования. Как происходит набухание гелей? Какие факторы влияют на набухание? Где встречается явление набухания в природе? Что такое тиксотропия и синерезис? Как протекают диффузия и реакции в студнях?

24) Что такое эмульсии? Приведите классификацию и методы получения эмульсий. Как происходит обращение фаз в эмульсиях? Как практически получают эмульсии? Что такое стабилизация эмульсий? Как классифицируют эмульгаторы?

25) Что такое пены? Назвать методы получения и факторы устойчивости пен. Дать понятия кратность и время жизни пен. Что такое пенообразователи? Сформулировать теорию пенообразования и теорию моющего действия. Что такое пенная флотация? Назвать особенности строения и свойств аэрозолей, методы получения и разрушение аэрозолей. Перечислит проблемы защиты атмосферы от загрязнения аэрозолями.

26) Понятие о физико-химической механике и её основные задачи. Развитие пространственных структур в дисперсных системах. Охарактеризовать кристаллизационно-конденсационные и коагуляционные структуры. Природа контактов между элементами структуры. Понятие связнодисперсные системы. Как происходит образование кристаллизационно-конденсационных дисперсных структур при выделении и срастании частиц новой фазы?

27) Назвать основные положения реологии. В чем заключаются реологические свойства дисперсных систем? Привести уравнение Ньютона; уравнение Эйнштейна, причины аномалии вязкости дисперсных систем;

уравнение Бингама. Охарактеризовать прочность дисперсных систем. Понятие о релаксации напряжения и упругом последствии. Реологические кривые течения.

28) Охарактеризовать тиксотропию как обратимое восстановление коагуляционных структур после механического разрушения в процессе течения; зависимость эффективной вязкости от напряжения сдвига. Какую роль играет тиксотропия в биологии и технологических процессах?

29) Описать адсорбционное влияние среды на механические свойства (прочность и пластичность) твердых тел и материалов – эффект Ребиндера. Как используется оптимальное сочетание механических воздействий и физико-химических явлений на межфазных границах для управления структурой и механическими свойствами в процессах получения, обработки и эксплуатации материалов и в химико-технологических процессах с участием дисперсных фаз?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1 Ткачева, Т.А. Коллоидная химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.А. Ткачева, Т. В. Левенец; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". – Оренбург: ОГУ. – 2020. – 166 с. – Режим доступа: http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13040/1/119871_20200313.pdf

2. Кривошапкин П.В., Кривошапкина Е.Ф., Назарова Е.А., Сталюгин В.В. Основы коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 138 с. – Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2484.pdf>

Дополнительная литература

1. Дёмина, О.В. Коллоидная химия: учеб. пособие [Электронный ресурс] / О.В. Дёмина, И.И. Головнёва; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 164 с. Режим доступа:

<http://www.kgau.ru/new/student/43/content/14.pdf?ysclid=lq0x89cb3v297134798>

2. Егорова, Е.В. Коллоидная химия: учеб. пособие / Е.В. Егорова, Ю.В. Поленов; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2018. – 130 с. Режим доступа: https://mkl.isuct.ru/e-lib/sites/default/files/fkh_2902018.pdf

3. Ляндзберг, Р.А. Лабораторный практикум по физической и коллоидной химии.– Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2004.–73 с. Режим доступа: <https://dl.booksee.org/>

4. Соколов В.В., Липин В.А., Суставова Т.А. Лабораторные работы по коллоидной химии: учеб. пособие.- СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2016. – 46 с. Режим доступа:

<https://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/13.pdf?ysclid=lq0x40g4fm956274901>

5. Некрасов А.П., Веретенченко Б.А. Лабораторный практикум по коллоидной химии: Учебное пособие для студентов химических специальностей всех форм обучения. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2004. – 276 с. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/1584023/>

6. Поверхностные явления и дисперсные системы. Коллоидная химия. Сборник примеров и задач: учебное пособие для студентов ХТФ, ФТФ, ЭЭФ, ИГНД и ИДО. / Михеева Е.В., Пикула Н.П., Карбаинова С.Н. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 116 с. Режим доступа:

<https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SNK/study/Tab/Zadachnik.pdf>

7. Савицкая, Т. А. Коллоидная химия: опорный конспект лекций для студентов специальности 1-31 05 01 «Химия» / Т. А. Савицкая, Д. А. Котиков. – Мн.: БГУ, 2008. – 132 с. Режим доступа:

<http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/9885/5/Опорный%20конспект%20по%2>

[Околлоидной%20химии%20\(Савицкая,%20Котиков\).pdf?ysclid=lq0x7c4hc4218999629](https://www.researchgate.net/publication/358999629)

Учебно-методическое обеспечение

1. Рамазанова, Е.Ю. Практикум по коллоидной химии (для студ. 2-го курса направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» дневной и заочной форм обучения) [Текст] / Сост.: Е. Ю. Рамазанова, О.В. Черняк – Алчевск: ДонГТИ, 2022. – 80с. Режим доступа: <http://library.dstu.education/download.php?rec=131832>

2. Кейбал, Н.А. Лабораторный практикум по коллоидной химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.А. Кейбал, И.Н. Хлобжева, Т.В. Крекалева ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – Волжский, 2022. – 93с. – Режим доступа: <http://lib.volpi.ru:57772/csp/lib/PDF/706811057.pdf>

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст: электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система.— Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст: электронный.

6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн" <http://e.lanbook.com/>

7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. – <https://e.lanbook.com/>

8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. – <https://www.iprbookshop.ru/>

9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. – <https://rusneb.ru/>

10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. – <https://diss.rsl.ru/>

11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. – <https://cyberleninka.ru/>

12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. – <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/>

13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» – <https://biblio.asu.edu.ru>

14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» <https://biblioclub.ru>

15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» <https://library.spbstu.ru>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Интерактивная доска, компьютеры, планшеты, раздаточный материал для лабораторных работ, вытяжной шкаф, лабораторный стол преподавателя, лабораторные столы для студентов, учебный стенд, оборудование для лабораторных работ. Численность посадочных мест- 30 человек	406 главный корпус Лаборатория общей химии

Лист согласования РПД

Разработал
старший преподаватель кафедры
металлургических технологий
(должность)

 Е.Ю. Рамазанова
(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

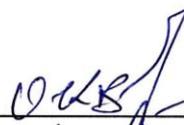
И.о. заведующего кафедрой
металлургических технологий

 Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

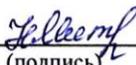
Протокол № 1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

И.о декана факультета горно-
металлургической промышленности
и строительства

 О.В. Князьков
(подпись) (Ф.И.О.)

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
18.03.01 «Химическая технология»
Профиль «Химическая технология
природных энергоносителей и
углеродных материалов»

 Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

 О.А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	