

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

**Направление подготовки 04.03.01 Химия**

**Направленность Химия**

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома  
2021**

Рабочая программа дисциплины «Коллоидная химия» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденному приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 июля 2017 г. № 671.

Разработал: Молчанов Алексей Сергеевич, доцент кафедры химии, канд. хим. наук, доцент

Рецензент: Хитрова Валентина Ивановна, заместитель директора ФГБУ государственная станция агрохимической службы «Костромская», руководитель испытательной лаборатории, канд. с.-х. наук

**ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 7 от 19.05.2021 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

**ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 6 от 14.03.2022 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

**ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 8 от 07.04.2023 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

*Цель дисциплины:* сформировать способность применять положения и законы коллоидной химии, видеть области применения этих законов, четко понимать их принципиальные возможности при решении профессиональных задач.

*Задачи дисциплины:*

1. сформировать представление о предмете изучения коллоидной химии, проблемах исследования, связи с другими науками;
2. раскрыть содержание основных понятий и законов коллоидной химии;
3. показать возможность применения теоретических основ коллоидной химии для объяснения закономерностей физико-химических процессов и свойств химических систем;
4. раскрыть сущность основных методов исследования коллоидных систем;
5. сформировать навыки научно-исследовательской и научно-инновационной деятельности.

Направление воспитания, связанные с содержанием дисциплины: профессионально-трудовое, экологическое и научно-образовательное воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить *компетенции:*

**ОПК-1:** способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

**ОПК-1.1.** Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов

**ОПК-1.2.** Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

**ОПК-1.3.** Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности

**ОПК-2:** способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

**ОПК-2.1.** Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

**ОПК-2.3.** Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе

**ОПК-2.4.** Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

- основные понятия и законы коллоидной химии;
- методологию исследования коллоидных систем;
- экспериментальные методы исследования коллоидных систем и протекающих в них процессов;
- правила составления отчетов по полученным результатам.

*уметь:*

- использовать теоретические основы коллоидной химии при решении профессиональных задач; проводить химический эксперимент при исследовании коллоидных систем и протекающих в них процессов;

- определять характеристики коллоидных систем и процессов по предлагаемым методикам;
- применять основные понятия коллоидной химии при решении профессиональных задач;
- применять законы коллоидной химии при анализе полученных результатов.

*владеть:*

- навыками использования теоретических основ коллоидной химии при решении профессиональных задач;
- навыками экспериментального исследования коллоидных систем и протекающих в них процессов;
- навыками выполнения стандартных операций исследования коллоидных систем по предлагаемым методикам;
- системой фундаментальных понятий в области коллоидной химии;
- навыками представления полученных результатов с применением основных законов коллоидной химии.

### **3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина «Коллоидная химия» относится к обязательной части учебного плана. Изучается в 7 семестре обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах и практиках:

«Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Синтез неорганических соединений», «Синтез органических соединений», «Основы химического эксперимента», при прохождении ознакомительной практике.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин и практики: «Физико-химические методы анализа», «Высокомолекулярные соединения», «Основы биохимии», при подготовке к сдаче и при сдаче государственного экзамена; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

Дисциплины и иные компоненты ОП, формирующие указанные выше компетенции:

- ОПК-1 (способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений) формируется при освоении дисциплин: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физико-химические методы анализа», «Высокомолекулярные соединения», «Синтез неорганических соединений», «Синтез органических соединений», «Основы биохимии»; при прохождении ознакомительной практики; при подготовке к сдаче и при сдаче государственного экзамена; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

- ОПК-2 (способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием) формируется при освоении дисциплин: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физико-химические методы анализа», «Высокомолекулярные соединения», «Синтез неорганических соединений», «Синтез органических соединений», «Основы химического эксперимента»; при прохождении ознакомительной практики; при подготовке к сдаче и при сдаче государственного экзамена; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

### **4. Объем дисциплины (модуля)**

#### **4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и**

### виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5
Общая трудоемкость в часах	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	102
Лекции	34
Практические занятия	34
Лабораторные занятия	34
Практическая подготовка	-
Самостоятельная работа в часах	75,65
Форма промежуточной аттестации	Экзамен в 7 семестре (0,35 часа) Консультация к экзамену (2 часа)

### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	34
Практические занятия	34
Лабораторные занятия	34
Консультации	2
Зачет/зачеты	-
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Всего	104,35

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

#### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
<b>Раздел 1. Введение в коллоидную химию</b>						
1	Введение. Дисперсные системы и поверхностные явления	0,14/5	2	1	-	2
<b>Раздел 2. Поверхностные явления</b>						
2	Термодинамика поверхностных явлений	0,36/13	2	3	4	4
3	Смачивание и капиллярные явления	0,22/8	2	4	-	2
4	Адсорбция	0,69/25	6	7	4	8
<b>Раздел 3. Виды дисперсных систем и их свойства</b>						
5	Получение коллоидных систем	0,36/13	2	3	4	4
6	Устойчивость дисперсных систем	0,44/16	2	4	6	4
7	Электрические свойства дисперсных систем	0,42/15	2	3	4	6
8	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	0,38/13,65	4	3	4	2,65

9	Оптические свойства коллоидных систем	0,28/10	2	2	4	2
10	Мицеллярные системы	0,33/12	4	2	4	2
11	Основы физико-химической механики	0,19/7	4	1	-	2
12	Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды	0,11/4	2	1	-	1
	Подготовка к экзамену	1/36	-	-	-	36
	ИКР (консультация к экзамену, экзамен)	0,065/2,35	-	-	-	-
	Итого:	5/180	34	34	34	75,65

## 5.2. Содержание:

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ. Основные понятия, объекты и цели изучения. Дисперсное состояние вещества. Количественное определение дисперсности: дисперсность и удельная поверхность. Изменение свойств веществ с изменением дисперсности и ростом удельной поверхности. Роль поверхностных явлений в процессах, протекающих в дисперсных системах. Различные типы классификации дисперсных систем: по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по размерам частиц, по интенсивности межмолекулярных взаимодействий на границах раздела фаз. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Взаимосвязь дисциплины с другими химическими дисциплинами, с физикой, биологией, геологией, медициной и др. Главные новые направления и объекты, изучаемые дисциплиной: наносистемы, микроэмульсии, биокolloиды и др.).

Тема 2. ТЕРМОДИНАМИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ЯВЛЕНИЙ. Граница раздела фаз, ее силовое поле. Понятие о разделяющей поверхности. Физическая поверхность разрыва по Гиббсу. Избыток плотности свободной энергии в поверхности разрыва. Удельная свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение, силовая и энергетическая трактовки. Молекулярное давление. Сопоставление поверхностного натяжения с молекулярным давлением. Связь поверхностного натяжения с другими термодинамическими характеристиками твердых и жидких фаз, определяемыми интенсивностью молекулярного взаимодействия. Сгущение термодинамических функций в поверхностном слое. Свободная поверхностная энергия (работа), скрытая теплота образования поверхности и полная энергия изотермического образования поверхности. Влияние температуры на поверхностное натяжение и другие избыточные термодинамические характеристики поверхностного слоя в чистых однокомпонентных жидкостях. Критическая температура по Менделееву.

Тема 3. СМАЧИВАНИЕ И КАПИЛЛЯРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ. Смачивание. Краевой угол. Закон Юнга-Лапласа. Основные критерии смачивания. Теплота смачивания. Соотношение между работами когезии и адгезии при смачивании. Капиллярное поднятие жидкости, уравнение Жюрена. Избирательное смачивание как метод характеристики поверхности твердых тел. Смачивающая способность. Адгезия и смачивание (сорбция) на гладких поверхностях и пористых адсорбентах. Капиллярное давление. Закон Лапласа. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Закон Томсона-Кельвина. Капиллярная конденсация. Роль капиллярных явлений в промышленности и агротехнике. Основные методы измерения поверхностного натяжения жидкостей и поверхностной энергии твердых тел.

Тема 4. АДСОРБЦИЯ.

Понятие адсорбции и ее количественные характеристики. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества. Адсорбция ПАВ из растворов на границе с газом. Классификация ПАВ по молекулярному строению и механизму действия. Поверхностная активность. Правило Траубе и его теоретическое обоснование по Ленгмюру. Весы Ленгмюра. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ. Уравнение Шишковского, уравнение изотермы Ленгмюра. Уравнение состояния поверхностного слоя разбавленных растворов.

Адсорбция газов на твердой поверхности. Применение на практике. Работа, теплота и энтропия адсорбции. Неоднородность поверхности адсорбента. Допущения теории мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Кинетический вывод уравнения изотермы адсорбции Ленгмюра: его анализ. Связь изотермы адсорбции с законом действия масс. Потенциальная теория полимолекулярной адсорбции Поляни: допущения, расчет адсорбционных потенциалов, построение характеристической кривой. Развитие теории Дубининым, коэффициент аффинности и использование потенциальной теории на практике. Теория полимолекулярной теории адсорбции БЭТ. Теория капиллярной конденсации Зигмонди. Объяснение явления адсорбционного гистерезиса. Построение структурной кривой адсорбента (распределение пор по размерам адсорбента). Хемосорбция. Изобара адсорбции по Дубинину.

Особенности молекулярной адсорбции из растворов на твердой поверхности. Уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха. Влияние свойств адсорбента, адсорбтива и растворителя. Правило уравнивания полярностей фаз Ребиндера. Обращение правила Траубе. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смачивание и адгезию; гидрофобизация и гидрофилизация поверхностей. Физико-химические основы адсорбционной хроматографии. Закономерности адсорбции электролитов на твердом адсорбенте. Избирательная и обменная адсорбция. Ионообменники. Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС). Правило Фаянса-Панета. Лиотропные ряды. Уравнение Никольского для ионного обмена. Типы промышленных ионообменников. Роль обменной адсорбции в почвоведении; при химических способах очистки воды.

#### Тема 5. ПОЛУЧЕНИЕ КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ.

Золи. Классификация методов получения коллоидных систем. Диспергационные методы получения коллоидных систем и их использование на практике. Методы физической и химической конденсации. Общие условия получения коллоидных систем и теоретические основы конденсационных методов получения золь. Основные методы очистки: диализ, электродиализ, ультрафильтрация.

#### Тема 6. УСТОЙЧИВОСТЬ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Мицеллообразование. Мицеллярная теория строения коллоидных частиц.

Термодинамические и кинетические факторы агрегативной устойчивости. Современные представления о факторах стабилизации коллоидных систем. Изменение сил отталкивания и притяжения с расстоянием между частицами. Потенциальные кривые и энергетический барьер, ближняя и дальняя агрегация. Расклинивающее давление.

Коагуляция коллоидных систем. Явная и скрытая коагуляция, факторы, вызывающие коагуляцию. Кинетика быстрой и медленной коагуляции.

Золи и суспензии. Коагуляция гидрофобных золь электролитами; основы теории ДЛФО. Механизм коагуляции электролитами. Правила коагуляции электролитами. Зависимость скорости начальной коагуляции от концентрации добавляемого электролита.

Пены и эмульсии. Строение и устойчивость, методы получения. Стабилизация эмульсий. Эмульгаторы. Обращение фаз в эмульсиях. Применение пен и эмульсий. Отверждение пены. Пеногашение, деэмульгирование.

Аэрозоли. Классификация. Методы получения аэрозолей. Устойчивость и разрушение аэрозолей в природе и технике.

Тема 7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ. Электрокинетические явления -электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Двойной электрический слой. Электрокапиллярные явления, уравнение Липпмана. Развитие представлений о строении двойного электрического слоя, теории Гельмгольца, Гуи-Чепмена, Штерна. Электрокинетический потенциал. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на электрокинетический (дзета) потенциал. Перезарядка поверхности. Изоэлектрическое состояние. Ионный обмен; роль обменной адсорбции в почвоведении, при химических способах водоочистки.

Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для расчета дзета-потенциала для электрофореза и электроосмоса. Практическое приложение электрокинетических явлений.

#### Тема 8. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Броуновское движение в ультрамикрорегетерогенных системах и его тепловая природа. Теория броуновского движения Эйнштейна. Теория Смолуховского. Диффузия в коллоидных системах. Формула Эйнштейна для коэффициента диффузии. Осмос и осмотическое давление коллоидных растворов. Методы определения коэффициента диффузии и расчета размера частиц.

Седиментация в дисперсных системах. Седиментационное равновесие в коллоидных системах и их кинетическая устойчивость.

Тема 9. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ.. Явления, наблюдаемые при прохождении света через коллоидные системы. Светорассеяние и методы его наблюдения. Формула Рэлея, ее анализ, границы применимости и следствия. Практическое использование рассеяния света, определение формы и размеров коллоидных частиц. Оптические методы исследования коллоидных растворов: нефелометрия, ультрамикроскопия, турбидиметрия.

#### Тема 10. МИЦЕЛЛЯРНЫЕ СИСТЕМЫ

Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ, критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения. Строение и форма мицелл, рост мицелл. Солюбилизация. Механизм моющего процесса.

Высокомолекулярные соединения. Сходство и отличие растворов высокополимеров (молекулярных коллоидов) и коллоидных систем. Современные представления о форме макромолекул и о процессе растворения полимеров. Термодинамика процесса растворения.

Молекулярная масса полимеров, методы ее определения. Вязкое течение коллоидных систем и растворов полимеров. Основные законы вязкого течения. Структурообразование.

Ассоциаты ПАВ с полимерами и белками.

#### Тема 11. ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Закономерности течения свободно-дисперсных систем под действием приложенного давления. Закон Ньютона. Влияние концентрации и формы частиц дисперсной фазы на закономерности течения (закон Эйнштейна). Структурообразование в дисперсных системах. Возникновение и развитие пространственных структур. Природа



контактов между элементами структур. Периодические структуры. Образование и свойства гелей.

Коагуляционные структуры. Условия образования, механические свойства; явление тиксотропии. Кристаллизационные структуры. Механические свойства кристаллизационных структур. Описание дисперсных систем на основе реологических моделей (Максвелла, Кельвина, Бингама, Шведова). Полная реологическая кривая. Физико-химические методы регулирования структурномеханических свойств дисперсных систем на различных стадиях их формирования как основная задача физикохимической механики.

## Тема 12. КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методы очистки природных и сточных вод, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем. Микрофильтрация и ультрафильтрация. Гетерокоагуляция как метод разделения дисперсий; микрофлотация. Применение коагулянтов и флокулянтов для очистки воды. Электрофильтрация. Мембранные методы разделения дисперсий и очистки растворов.

Методы разрушения и улавливания аэрозолей. Борьба с загрязнением атмосферы.

### 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

#### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
<i>Раздел 1. Введение в коллоидную химию</i>					
1.	Введение. Дисперсные системы и поверхностные явления	Проработка лекционного материала	2	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
<i>Раздел 2. Поверхностные явления</i>					
2.	Термодинамика поверхностных явлений	Проработка лекционного материала	3	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам и оформление отчета по ним	1	Описаны в практикумах	Защита лабораторной работы
3.	Смачивание и капиллярные явления	Проработка лекционного материала	2	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
4.	Адсорбция	Проработка лекционного материала	6	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам и	2	Описаны в практикумах	Защита лабораторной работы

		оформление отчета по ним			
<b>Раздел 3. Виды дисперсных систем и их свойства</b>					
5.	Получение коллоидных систем	Проработка лекционного материала	2	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам и оформление отчета по ним	2	Описаны в практикумах	Защита лабораторной работы
6.	Устойчивость дисперсных систем	Проработка лекционного материала	2	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам и оформление отчета по ним	2	Описаны в практикумах	Защита лабораторной работы
7.	Электрические свойства дисперсных систем	Проработка лекционного материала	4	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам и оформление отчета по ним	2	Описаны в практикумах	Защита лабораторной работы
8.	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	Проработка лекционного материала	1	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам и оформление отчета по ним	1,65	Описаны в практикумах	Защита лабораторной работы
9.	Оптические свойства коллоидных систем	Проработка лекционного материала	1	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам и оформление отчета по ним	1	Описаны в практикумах	Защита лабораторной работы
10.	Мицеллярные системы	Проработка лекционного материала	1	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
		Подготовка к лабораторным работам и оформление	1	Описаны в практикумах	Защита лабораторной работы

		отчета по ним			
11.	Основы физико-химической механики	Проработка лекционного материала	2	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
12.	Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды	Проработка лекционного материала	1	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
	Подготовка к экзамену		36		Экзамен

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий (при наличии)

### Тематика семинарских занятий

1. Дисперсные системы и поверхностные явления
2. Термодинамика поверхностных явлений
3. Смачивание и капиллярные явления
4. Адсорбция
5. Получение коллоидных систем
6. Устойчивость дисперсных систем
7. Электрические свойства дисперсных систем
8. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем
9. Оптические свойства коллоидных систем
10. Мицеллярные системы
11. Основы физико-химической механики
12. Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды

Задания на практических занятиях: решение задач, обсуждение основных вопросов.

## 6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий (при наличии)

Лабораторные занятия проводятся по графику проведения лабораторных работ. Описание выполнения лабораторных работ из нижеуказанного перечня указано в лабораторных практикумах.

### Примерный перечень лабораторных работ

1. Адсорбция из растворов и измерение удельной поверхности адсорбентов.
2. Измерение поверхностного натяжения на границе двух жидкостей.
3. Влияние адсорбционных слоев на смачивание твердых поверхностей.
4. Адсорбционное понижение прочности твердых тел.
5. Мицеллообразование в водных растворах мылоподобных поверхностно-активных веществ.
6. Измерение электрокинетического потенциала методами электрофореза и электроосмоса.
7. Определение работы образования критических зародышей новой фазы при фазовых превращениях.
8. Коагуляция лиофобных зольей электролитами.
9. Исследование взаимодействия частиц дисперсных фаз.
10. Строение и свойства эмульсий и пен.
11. Нефелометрия.
12. Изучение молекулярно-кинетических свойств коллоидных систем ультрамикроскопическим методом.
13. Седиментационный анализ суспензий.
14. Коагуляционное и кристаллизационное структурообразование в дисперсных системах.

15. Реологические свойства дисперсных систем.

**6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов) при наличии**

Курсовые работы отсутствуют

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

*а) основная:*

1. Шукин, Евгений Дмитриевич. Коллоидная химия : учеб. для бакалавров / Е. Д. Шукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - 6-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 443 с.
2. Шукин, Е. Д. Коллоидная химия : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Е. Д. Шукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2004. - 446 с.
3. Зимон, А. Д. Коллоидная химия : Учеб. для студ. / А. Д. Зимон, Н. Ф. Лещенко. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : АГАР, 2003. - 320 с.
4. Наумов, А. Р. Практикум по коллоидной химии : Получение и коагуляция коллоидных систем / А. Р. Наумов ; Костром. гос. ун-т. - Кострома : КГУ, 2002. - 44 с.
5. Наумов, А.Р. Практикум по коллоидной химии : Учеб.пособие для пед.университетов / А. Р. Наумов, И. Б. Журавлева, Е. Ю. Зашивалова ; Под ред.А.Р.Наумова. - Кострома : КГПУ, 1996. - 94 с.
6. Наумов, А. Р. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : учеб.-метод. материалы для самостоятельной работы студентов / А. Р. Наумов ; Костром. гос. ун-т им. Н. А. Некрасова. - Электрон. текстовые дан. - Кострома : КГУ, 2005. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

*б) дополнительная:*

1. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. М: Альянс. 2004 - 463 с. (или Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. М.: Химия. 1989. - 462с.)
2. Гельфман, Марк Иосифович. Коллоидная химия : [учебник] / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. - Изд. 5-е, стер. - СПб. : Лань, 2010. - 332 с.
3. Шукин, Е. Д. Коллоидная химия : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Е. Д. Шукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2004. - 446 с.
4. Фридрихсберг, Дмитрий Александрович. Курс коллоидной химии : учебник / Д. А. Фридрихсберг. - Изд. 4-е, испр. и доп. - СПб. : Лань, 2010. - 410 с.
5. **Фролов, Ю. Г.** Курс коллоидной химии : Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. - 3-е изд., стер., испр. - М. : Альянс, 2004. - 464 с.
6. **Кукушкина, И.И.** Коллоидная химия : учебное пособие / И.И. Кукушкина, А.Ю. Митрофанов. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2010. - 216 с. - ISBN 978-5-8353-1084-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232755>

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС Университетская библиотека онлайн, путь доступа <http://biblioclub.ru>;
- ЭБС «Znanium», путь доступа <http://znanium.com/>.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Web of Science, путь доступа: <http://webofscience.com>;
- Scopus, путь доступа: <https://www.scopus.com>;
- РИНЦ, путь доступа: <https://elibrary.ru>;

- СПС КонсультантПлюс;
- ФГБУ «Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина»;
- Аннотированная библиографическая база данных журнальных статей МАРС.

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория для занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мультимедийный проектор; рабочее место преподавателя, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; экран переносной; доска меловая; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; наборы демонстрационного оборудования	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)
Лаборатория (лаборатория коллоидной химии), помещение для хранения и обслуживания учебного оборудования	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; доска меловая Лабораторное оборудование: спектрофотометр КФК-3; весы лабораторные электронные ADAM-НСВ 602Н; мешалки магнитные; фотоэлектроколориметр; торсионные весы типа ВТ; секундомер; капиллярный вискозиметр; плитки электрические; химическая лабораторная посуда и реактивы; учебно-наглядные пособия	Специальное лицензионное программное обеспечение не используется
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; демонстрационная LCD-панель; принтеры, в т.ч. большеформатный и цветной; сканеры (форматы А2 и А4); web-камеры; микрофоны	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); АИБС «Марк-SQL» (поставщик НПО «Информ-система», договор № 260420060420 от 26.04.2006 г.); LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+); Google Chrome (тип лицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (тип лицензии – free)
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; доска меловая	Windows Pro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты, договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+); Google Chrome (тип лицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (тип лицензии – free)

### **Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

В рабочую программу дисциплины внесены следующие изменения:

1. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения;
2. Обновлен перечень материально-технического обеспечения;
3. Обновлен перечень основной и дополнительной литературы.