



Основная профессиональная образовательная программа  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
(Фундаментальная и прикладная химия)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

Т.П. Кустова

(подпись)

« 01 » 09 20 21 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Коллоидная химия

Уровень высшего образования:	специалитет
Квалификация выпускника:	Химик. Преподаватель химии
Специальность:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль) образовательной программы:	Фундаментальная и прикладная химия



### **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Коллоидная химия» является формирование у студентов компетенций, являющихся основой научно-исследовательской и педагогической деятельности, позволяющих овладеть знанием законов современной коллоидной химии – фундаментальных физико-химических закономерностей, характеризующих свойства дисперсных систем, близких к свойствам реальных тел, термодинамики поверхностного слоя, адсорбции и теории устойчивости дисперсных систем, а также способностью применять основные естественнонаучные законы в области химического образования, технических науках, в химической отрасли промышленности, в сфере наукоемких технологий..

### **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Курс «Коллоидная химия» относится к обязательной части образовательной программы и логически связан с дисциплиной «Физическая химия». Дисциплина базируется на основных законах и базовых понятиях изучаемых ранее при освоении дисциплин: «Математика», «Физика», «Квантовая механика и квантовая химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Расчеты в химии» и «Общая и неорганическая химия».

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: свойства химических элементов, простых молекул и сложных соединений в различном агрегатном состоянии (неорганические, органические вещества и материалы на их основе), концентрации растворов, фундаментальные закономерности физических явлений, общие представления о закономерностях протекания химических реакций, законы химической термодинамики, теорию растворов и физику макротел, технику безопасности в химической лаборатории;

Уметь: проводить физический эксперимент, готовить рабочие растворы заданной концентрации, обрабатывать и обсуждать экспериментальные зависимости, пользоваться учебной, научной и справочной литературой, сетью Интернет;

Иметь: навыки проведения количественного химического анализа, навыки использования компьютерных программ для количественной статистической обработки результатов эксперимента.

Успешное освоение студентами дисциплины «Коллоидная химия» позволяет сформировать им систему знаний для понимания закономерностей протекания химических процессов в дисперсных системах и на поверхности раздела фаз и будет способствовать готовности студентов к изучению следующих дисциплин: «Химическая технология», «Органическая химия», «Кристаллохимия», «Химические основы биологических процессов», «Высокомолекулярные соединения», «Основы медицинской и фармацевтической химии», «Актуальные задачи современной химии», «Термодинамика процессов в растворах», создать научную и мировоззренческую базу для дальнейшей профессиональной деятельности.

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

#### **3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

б) общепрофессиональные (ОПК):

**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;

в) профессиональные (ПК):



**ПК-1:** способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации;

**ПК-3:** способен проводить исследования образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды в том числе с использованием технических средств.

### **3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** основные законы и их применение при описании коллоидно-химического состояния вещества (закон Фика, закон Рэлея, закон Лапласа и др.); (**ОПК-2, ПК-1, ПК-3**); принципы работы учебно-научной аппаратуры, используемой для проведения физико-химических экспериментов: фотоэлектроколориметра, потенциометров, кондуктометра, прибора Кена, седиментометра (**ОПК-2**); методики проведения физических экспериментов, методики синтеза и анализа исследуемых образцов; принципиальные схемы основных приборов, используемых в физических экспериментах (**ОПК-2**); методики получения и обработки экспериментального материала, получаемого в различных методах физического исследования, в том числе с использованием современных компьютерных технологий (**ПК-1, ПК-3**); основные вещества и группы химических соединений (ОВ и СДЯВ), представляющих опасность при проведении синтетических работ и физико-химического эксперимента; основные методы получения и способы экспериментального изучения коллоидных систем; нормы техники безопасности и пожарной безопасности при работе в химической лаборатории (**ОПК-2**).

**Уметь:** классифицировать отличительные свойства коллоидных систем, применять законы естественных наук для описания дисперсных систем; выполнять количественный анализ содержания вещества в различных растворах и смесях с использованием современной аппаратуры (**ОПК-2**); работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований (**ПК-3**), получать экспериментальные данные (**ПК-1**); пользоваться защитными средствами при проведении синтетических работ с участием ЛВЖ, СДЯВ, а также противопожарными средствами; оказывать помощь при возникновении чрезвычайных случаев поражения человека вследствие неаккуратного применения взрывоопасных и пожароопасных веществ (**ОПК-2**); применять знание основных термодинамических и кинетических закономерностей при анализе полученных экспериментальных результатов в своей научной деятельности; применять сложившиеся мировоззренческие естественно-научные представления в своей профессиональной деятельности (**ПК-1, ПК-3**);

**Иметь:** навыки владения основными понятиями и терминами коллоидной химии (**ОПК-2**); навыки работы на серийном оборудовании, основанном на принципах колориметрии, потенциометрии с целью количественного анализа содержания компонентов в растворах и смесях (**ОПК-2**); навыки применения средств защиты от поражения кожи и дыхательной системы, а также средств пожаротушения (**ОПК-2**); навыки владения базовыми уравнениями химической термодинамики, основными расчетными уравнениями коллоидной химии для получения параметров, характеризующих состояние и реакционную способность веществ и дисперсных систем (**ПК-3**); навыки владения математическим аппаратом описания дисперсных систем; навыки свободного владения справочной литературой, в том числе с привлечением информационных баз данных (**ПК-3**); навыки поиска и первичной обработки научной и научно-технической информации с привлечением современных баз данных (**ОПК-2**), навыками самостоятельной работы в сфере проведения научных исследований (**ПК-3**), методиками получения и обработки экспериментального материала, в том числе с привлечением информационных баз данных;



Основная профессиональная образовательная программа  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
(Фундаментальная и прикладная химия)

методиками статистической обработки данных, оценки точности и надежности полученных результатов; методами регистрации и обработки результатов физических экспериментов (ПК-1).

#### 4. Объем и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа).

#### 4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах)		Формы текущего контроля успеваемости
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1	<b>Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем.</b> Лабораторная работа № 1 Лабораторная работа № 2	6	4	4 лабор. занятие 4 лабор. занятие	Отчет № 1 Отчет № 2 Контрольная работа №1
20	<b>Адсорбция.</b> Лабораторная работа № 3 Выполнение расчетного задания	6	4	4 лабор. занятие	Отчет № 3 Контрольная работа №2
3	<b>Золи.</b> Лабораторная работа № 4 Лабораторная работа № 5	6	4	4 лабор. занятие 4 лабор. занятие	Отчет № 4 Отчет № 5 Контрольная работа №3
4	<b>Реология, эмульсии, пены, аэрозоли.</b> Лабораторная работа № 6	6	4	4 лабор. занятие 4 лабор. занятие	Отчет № 6 Контрольная работа №4
Итого за семестр			16	28	Зачет

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

№ темы	№ лекции	Основное содержание лекций
1		<b>Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем</b> Понятие о коллоидных системах и определение коллоидной химии как науки. Место коллоидной химии среди других наук. Классификация дисперсных систем. Свойства систем как функция их дисперсности. Сходство и различие между коллоидными и истинными растворами. Методы получения дисперсных систем: конденсационные, диспергационные и пептизация. Очистка



Основная профессиональная образовательная программа  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
(Фундаментальная и прикладная химия)

		<p>коллоидных систем: диализ, электродиализ, ультрафильтрация.</p> <p>Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение по Эйнштейну–Смолуховскому. Диффузия. Уравнение Эйнштейна для диффузии. Осмотические явления в коллоидных системах, их роль в биологических процессах. Уравнение Вант-Гоффа. Седиментационно-диффузионное равновесие.</p>
	2	<p>Оптические свойства коллоидных систем. Рассеяние света в дисперсных системах. Эффект Тиндаля. Закон Релея и границы его применения. Поглощение света в дисперсных системах. Применение закона Бугера–Ламберта–Бера. Нефелометрия и турбидиметрия. Ультрамикроскопия и электронная микроскопия. Окраска золей.</p> <p>Удельная поверхностная энергия или поверхностное натяжение. Работа образования границы раздела фаз однокомпонентной жидкости с собственным паром. Межфазная энергия ж/ж. Правило Антонова. Межфазная энергия твердых тел. Поверхностные явления и механические свойства твердых тел. Явления смачивания. Краевой угол. Термодинамические условия смачивания и растекания. Закон Юнга. Работа сил когезии и адгезии. Избирательное смачивание, флотация. Условие флотируемости частиц. Капиллярное давление. Закон Лапласа. Измерение поверхностного натяжения жидкости. Химический потенциал и давление пара у искривленной поверхности. Уравнение Томсона (Кельвина). Уравнение Жюрена.</p>
2	<b>Адсорбция</b>	
	3	<p>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. Поверхностная активность. Правило Траубе и его теоретическое обоснование по Ленгмюру. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ. Уравнение Шишковского, уравнение изотермы Ленгмюра.</p> <p>Адсорбция газов на твердой поверхности. Работа, теплота и энтропия адсорбции. Неоднородность поверхности адсорбента. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Потенциальная теория полимолекулярной адсорбции Поляни. Коэффициент аффинности. Теория полимолекулярной теории адсорбции БЭТ. Теория капиллярной конденсации Зигмонди. Объяснение явления адсорбционного гистерезиса. Хемосорбция.</p>
	4	<p>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. 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.</p>
3	<b>Зои</b>	
	5	<p>Строение коллоидных мицелл. Правило Фаянса–Панета–Пескова. Теории строения ДЭС: Гельмгольца–Перрена, Гуи–Чепмена и Штерна: основные положения, вывод формул. Определение эффективной толщины ДЭС. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов:</p>



		температуры, свойств среды, добавок индифферентных и неиндифферентных электролитов. Перезарядка золей. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Определение электрокинетических потенциалов. Применение электрокинетических явлений на практике.
	6	Устойчивость дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные коллоидные системы (по Ребиндеру). Кинетическая и агрегативная устойчивость дисперсных систем, влияние температуры, размеров частиц, наличия сольватных оболочек или адсорбционных слоев. Закономерности коагуляции гидрофобных золей электролитами. Правило Шульца–Гарди. Зоны устойчивости при перезарядке золей. Основы современной теории Дерягина–Ландау (ДЛФО). Силы притяжения и силы отталкивания. Расклинивающее давление. Объяснение правила Шульца–Гарди с помощью уравнения шестой степени Дерягина. Зависимость скорости коагуляции гидрофобного золя от концентрации электролита. Кинетика быстрой коагуляции Смолуховского. Теория медленной коагуляции Фукса. Структурно-механический барьер по Ребиндеру; прочность и структурная вязкость адсорбционных слоев ПАВ как фактор сильной стабилизации.
4	<b>Реология, эмульсии, пены, аэрозоли</b>	
	7	Мыла и полимеры, способные образовывать лиофильные коллоидные системы. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения. Солюбилизация; ее роль в биологических объектах. Физико-химия моющего действия растворов ПАВ. Стабилизирующее действие ПАВ на процессах получения пен и эмульсий, строение и устойчивость эмульсий. Практическое применение пен и эмульсий. Разрушение и обращение фаз эмульсий. Аэрозоли, их общая характеристика, классификация, оптические, электрические и другие свойства аэрозолей. Устойчивость и разрушение аэрозолей. Строение и свойства высокомолекулярных соединений (ВМС). Взаимодействие ВМС с растворителем. Степень набухания. Молекулярные коллоиды – растворы ВМС. Коацервация. Полиэлектролиты.
	8	Структурообразование в дисперсных системах. Кристаллизационно-конденсационные и коагуляционные структуры. Образование и строение гелей. Тиксотропия и ее роль в технологических процессах. Реологические свойства дисперсных систем: вязкость, упругость, пластичность, уравнения Ньютона, Пуазейля, Эйнштейна. Причины аномальной вязкости дисперсных систем. Неньютоновские жидкости; предельное напряжение сдвига; уравнение Бингама. Упруго-пластические свойства твердообразных систем. Теоретические тела Максвелла–Больцмана и Кельвина. Время релаксации.

## 5. Образовательные технологии

При изучении настоящей дисциплины используются следующие инновационные образовательные технологии:

- технология проблемного обучения,
- рейтинговая система; рейтинг уровня учебных достижений студентов;
- учебно-исследовательские задачи в лабораторном практикуме;
- технология развития критического мышления;



– технологии смешанного обучения (чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций; использование ЭИОС «Мой университет»).

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов заключается в оформлении отчетов лабораторных работ, написании опорных конспектов по заданной теме, подготовке к коллоквиумам и решения расчетных задач. Обеспечивается методическими указаниями к лабораторному практикуму: Садовников А.И., Курицын Л.В. Растворы поверхностно-активных веществ в коллоидной химии. Методическими указаниями к лабораторному практикуму по коллоидной химии. – Иваново, 2003. – 40 с., Садовников А.И., Курицын Л.В. Золи и суспензии. Методическими указаниями к лабораторному практикуму по коллоидной химии. – Иваново, 2003. – 56 с., Садовников А.И. Реологические свойства дисперсных систем. Методическими указаниями к лабораторному практикуму по коллоидной химии. – Иваново, 1988. – 24 с. (находятся на кафедре в печатном виде), кроме этого методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приводится в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины в ЭИОС «Мой университет» (содержит график лабораторных занятий, вопросы к коллоквиумам и экзамену, варианты расчетных задач).

При самостоятельной работе студентам предлагается использовать материалы лекций, литературу из доступных электронно-библиотечных систем и различных электронных ресурсов. Текущая и опережающая самостоятельная работа, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом;
- подготовке к коллоквиумам, к текущему и итоговому контролю;
- использовании материалов из тематических информационных ресурсов и учебной литературы при подготовке к лабораторным и практическим занятиям;
- написании опорного конспекта;
- подготовке к зачету.

Весь методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приводится в **Приложении 1 к РП**.

## **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине**

В качестве оценочных средств для проведения текущего контроля выступают: лабораторные работы, контрольные работы, расчетные задания. Для проведения итогового контроля – зачет (вопросы для подготовки к зачету). Зачет проводится в устной форме. В рамках рейтинговой шкалы, обучающийся может набрать по дисциплине максимально 100 баллов, при этом за семестр максимально 60 баллов, из них 30 баллов – за лабораторные работы (6 работ по 5 баллов), 20 – за выполнение контрольных работ (4 контрольные работы по 5 баллов), 10 – за выполнение расчетных заданий (решение задач), ответ на зачете оценивается из расчета в 40 баллов.

Для получения оценки «зачтено» обучающиеся должны набрать не менее 55 баллов (выполнить все лабораторные работы и оформить отчеты по ним, набрав суммарно не менее 16 баллов, сдать все контрольные работы не менее чем на 3 балла, выполнить расчетные задания суммарно не менее 6 баллов и сдать зачет не менее чем на 21 балл). Обучающиеся не набравшие 55 баллов, или выполнившие и оформившие отчеты менее 6 лабораторных работ и написавшие контрольные работы менее 3 баллов, выполнившие расчетные задания суммарно менее чем 6 баллов и сдавшие зачет менее 21 баллов, или не написавшие контрольные работы и не сдавшие зачет получают оценку «не зачтено».



Типовые варианты вопросов и тестовых заданий находятся в Приложении 2 к РП «Фонд оценочных средств».

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Коллоидная химия: учебное пособие / Францева Н., Романенко Е., Безгина Ю., Волосова Е. – Ставрополь: Ставропольское издание «Параграф», 2013. – 52 с. То же [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=277427](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=277427)
2. Коллоидная химия: учебное пособие / Кукушкина И.И., Митрофанов А.Ю.; ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2010. – 216 с.
3. То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232755>

Дополнительная литература:

1. Физическая и коллоидная химия: учебное пособие / Терзиян Т.В. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2012. – 108 с. То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239715>
2. Сумм Б.Д. Основы коллоидной химии. Учебное пособие. – М.: Академия, 2007. – 237 с. (Гриф УМО для направления 020100.62 Химия).

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office, Mathcad Express, интернет-браузер Internet Explorer, Мой университет.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;
- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения проектов с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: демонстрационное оборудование (демонстрационные устройства); электронные пособия (презентации), печатные пособия (таблицы, плакаты).





Основная профессиональная образовательная программа  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
(Фундаментальная и прикладная химия)

---

**Автор рабочей программы дисциплины:**

доцент кафедры фундаментальной и прикладной химии, доц., к.х.н. Магдалинова Н.А.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной и прикладной химии 31 августа 2021 г., протокол № 1.

Программа обновлена

протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2023 г.

Согласовано:

Руководитель ОП

Т.П. Кустова