

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 17.06.2025 14:39:52 Уникальный программный ключ: 04c19ed8b0b98f5b6cb77a486b9a8788b8522525	МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Коллоидная химия" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Химия материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	--	--	--------

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

Коллоидная химия

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Химия материалов

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

очная

Год набора 2025

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.





## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов правильного представления о коллоидно-химических процессах, свойствах дисперсных систем и поверхностных явлениях. выявлять особые свойства веществ и материалов, обусловленные их дисперсным строением.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов компетенций:

умеет использовать знания теоретических основ физики и математики для планирования химического эксперимента, обработки и интерпретирования полученных результатов (ОПК-4-2);

Задачей преподавания дисциплины является формирование у студентов правильного представления о коллоидно-химических процессах, свойствах дисперсных систем и поверхностных явлениях.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.1.09

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Аналитическая химия

Органическая химия

Физическая химия

Общая и неорганическая химия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Основы химии твердого тела

Химическая технология органических веществ

Семинар по химии материалов

Лабораторный практикум по химии материалов

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач**

#### Знать:

Принципы обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик

#### Уметь:

Обрабатывать данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик;

Интерпретировать результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений

#### Владеть:

Навыками обработки результатов химического эксперимента с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик;

Навыками интерпретации результатов химического эксперимента с использованием физических законов и представлений.

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

##### 3.1 Знать:

3.1.1 Физико-химические основы учения о поверхностных явлениях и дисперсных системах.

3.1.2 Способы получения дисперсных систем, факторы их устойчивости и физические свойства лиофобных золь и лиофильных коллоидов.

3.1.3 Описание микрогетерогенных систем: суспензий, эмульсий, пен, аэрозолей, порошков, широко встречающихся в природе и применяемых в различных областях промышленности.

##### 3.2 Уметь:



3.2.1 Количественно характеризовать и описывать свойства дисперсных систем и протекающих в них коллоидно-химических процессов.

**3.3 Владеть:**

3.3.1 Методами измерения поверхностного натяжения и исследования поверхностных явлений на границах раздела различных фаз.

3.3.2 Навыками получения коллоидных растворов и исследования их свойств с помощью различных физико-химических методов.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 144 в том числе : аудиторные занятия : 90 самостоятельная работа : 6,5 часов на контроль : 36 контактная работа: 101,5 ИКР: 11,5	Виды контроля в семестрах:  экзамены 7 зачеты 7

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Введение.</b>			
1.1	Введение. /Лек/	7	4	Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Вводное занятие /Лаб/	7	2	Л1.2Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Введение. /Ср/	7	0,5	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 2. Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем.</b>			
2.1	Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем. /Лек/	7	8	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Седиментационный анализ /Лаб/	7	6	Л1.2Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Изучение оптических свойств золей /Лаб/	7	4	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.4	Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем. /Ср/	7	1	Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.5	Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем /ИКР/	7	2,5	
2.6	Решение задач /Пр/	7	4,5	
	<b>Раздел 3. Термодинамика поверхности. Капиллярные явления и адсорбция.</b>			
3.1	Термодинамика поверхности. Капиллярные явления и адсорбция. /Лек/	7	10	Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Получение и разрушение пен /Лаб/	7	4	Л1.2Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Термодинамика поверхности. Капиллярные явления и адсорбция /Ср/	7	1	Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.4	Термодинамика поверхности. Капиллярные явления и адсорбция /ИКР/	7	2	
3.5	Решение задач /Пр/	7	4,5	



<b>Раздел 4. Электрические свойства и устойчивость дисперсных систем.</b>				
4.1	Электрические свойства и устойчивость дисперсных систем. /Лек/	7	8	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Получение коллоидных растворов /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Электрические свойства и устойчивость дисперсных систем. /Ср/	7	3	Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.4	Получение золь методом замены растворителя. Перезарядка золь /Лаб/	7	6	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.5	Коагуляция /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.6	Определение критической концентрации мицеллообразования /Лаб/	7	6	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.7	Электрические свойства и устойчивость дисперсных систем /ИКР/	7	4,5	
4.8	Решение задач /Пр/	7	4,5	
<b>Раздел 5. Основы физико-химической механики дисперсных систем</b>				
5.1	Основы физико-химической механики дисперсных систем. /Лек/	7	6	Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	Основы физико-химической механики дисперсных систем. /Ср/	7	1	Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.3	Основы физико-химической механики дисперсных систем /ИКР/	7	2,5	
5.4	Решение задач /Пр/	7	4,5	
<b>Раздел 6. Экзамен</b>				
6.1	Экзамен /Экзамен/	7	36	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Текущий контроль:

- 1) Примерные вопросы к контрольной работе;
- 2) Примерные контрольные вопросы к лабораторным работам;
- 3) Примерные вопросы к семестровым домашним заданиям.

Промежуточная аттестация:

Зачет выставляется по итогам текущей успеваемости.

Экзамен проводится в устной форме по билетам.

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерные вопросы к контрольной работе № 1

Вариант 1

1) Явление, связанное с взаимодействием частиц в объеме фазы называется

- а) адгезия
- б) адсорбция
- в) когезия
- г) смачивание

2) Как изменится краевой угол смачивания смачивание твердой поверхности водой при добавлении в воду ПАВ

- а) увеличится
- б) уменьшится
- в) не изменится



- г) поверхность станет гидрофобной
- 3) Поверхностное натяжение какого вещества будет наибольшим
- а) вода  
б) циклогексан  
в) пропионовая кислота  
г) этанол
- 4) Изобразите примерный ход зависимости поверхностного натяжения от температуры
- 5) Если в сосуд с водой частично опустить два стеклянных капилляра с различными радиусами, то уровень жидкости будет ...
- одинаков в обоих капиллярах
- а) выше в капилляре с большим радиусом  
б) выше, в капилляре с меньшим радиусом  
в) ниже, чем в стакане
- 6) С уменьшением вязкости дисперсионной среды скорость седиментации
- а) снижается  
б) увеличивается  
в) не изменяется  
г) увеличивается, а затем уменьшается
- 7) В пленке Ленгмюра-Блоджет молекулы ПАВ ориентированы гидрофобной частью к подложке. К какому типу относится данная пленка ?
- а) X-тип  
б) Y-тип  
в) Z-тип  
г) Q-тип
- 8) Запишите уравнение Юнга
- 9) Давление паров жидкости в капилляре
- а) больше чем над ровной поверхностью  
б) меньше чем над ровной поверхностью  
в) одинаково для всех случаев  
г) зависит от угла смачивания
- 10) Какое утверждение истинно?
- а) удельная адсорбция зависит от температуры  
б) удельная адсорбция зависит от площади поверхности адсорбента  
в) удельная адсорбция зависит только от адсорбента  
г) удельная адсорбция зависит только от концентрации вещества
- 11) Как изменится светорассеяние золя при увеличении радиуса частиц в два раза, при прочих равных условиях
- а) увеличится в 2 раза  
б) увеличится в 4 раза  
в) увеличится в 16 раз  
г) увеличится в 64 раза
- 12) Что такое эмульсия, приведите пример?

Примерные вопросы к контрольной работе № 2

Вариант 1

- 1) Лиофильными являются такие дисперсные системы, которые
- а) образуются самопроизвольно  
б) имеют высокое межфазное натяжение на границе дисперсная фаза – дисперсионная среда  
в) содержат высокодисперсные частицы  
г) содержат крупные частицы
- 2) Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) – это концентрация, при которой
- а) наблюдается переход дисперсной системы из лиофильной в лиофобную  
б) начинается быстрая коагуляция  
в) сферические мицеллы становятся цилиндрическими  
г) начинают образовываться мицеллы
- 3) При смешивании растворов хлорида бария и сульфата калия (избыток) образуются мицеллы следующего строения
- а)  $[\text{BaSO}_4]_m \cdot n\text{Cl}^- \cdot (n-x) \text{K}^+ \cdot x\text{K}^+$   
б)  $[\text{BaSO}_4]_m \cdot n\text{Ba}^{2+} \cdot 2(n-x) \text{Cl}^- \cdot 2x\text{Cl}^-$   
в)  $[\text{BaSO}_4]_m \cdot n\text{SO}_4^{2-} \cdot 2(n-x) \text{K}^+ \cdot 2x\text{K}^+$   
г)  $[\text{BaSO}_4]_m \cdot n\text{Ba}^{2+} \cdot 2(n+x) \text{Cl}^- \cdot 2x\text{K}^+$
- 4) Укажите правильную последовательность способности сжимать двойной электрический слой и уменьшать  $\xi$ -



потенциал в ряду катионов:

- а)  $Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$   
б)  $Li^+ = Na^+ = K^+ = Rb^+ = Cs^+$   
в)  $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$   
г) нет правильного варианта
- 5) Введение в жидкость частиц дисперсной фазы приводит к  
а) Уменьшению вязкости  
б) Увеличению вязкости  
в) Вязкость не меняется  
г) Дисперсная фаза не влияет на реологические свойства системы
- 6) При добавлении индифферентных электролитов  
а) изменяется только адсорбционный слой ДЭС  
б) изменяется только диффузный слой ДЭС  
в) изменяется и адсорбционный и диффузный слой ДЭС  
г) ДЭС не изменяется
- 7) Электрокинетический потенциал  $\zeta$  – это потенциал  
а) поверхности мицеллы  
б) на границе между плотной и диффузной частями ДЭС  
в) поверхности коллоидной частицы  
г) на границе скольжения, возникающей при движении одной фазы относительно другой
- 8) Агрегативную устойчивость лиофобных дисперсных систем повышают за счет  
а) уменьшения размеров частиц дисперсной фазы  
б) адсорбции поверхностно-активных веществ  
в) воздействия ультразвуком  
г) добавления индифферентных электролитов
- 9) Коагуляция – это  
а) образование агрегатов из частиц дисперсной фазы под действием различных факторов  
б) слияние капель дисперсной фазы  
в) образование дисперсной системы из осадка или геля  
г) перенос вещества от мелких частиц к крупным
- 10) Электростатическая составляющая расклинивающего давления обусловлена  
а) силами Ван-дер-Ваальса  
б) существованием на межфазной границе двойного электрического слоя  
в) существованием на поверхности частиц сольватных слоев  
г) существованием на поверхности частиц структурированного слоя из молекул ПАВ или ВМС

Примерные контрольные вопросы к лабораторной работе №1 "Получение коллоидных растворов"

1. Дисперсная система (ДС). Характерные признаки ДС. Количественные характеристики ДС: размер частиц, дисперсность, удельная поверхность.
2. Классификация ДС: по дисперсности; по агрегатному состоянию фаз; по межфазному взаимодействию; по межчастичному взаимодействию.
3. Природа поверхностной энергии. Внутреннее давление. Поверхностное натяжение и единицы его измерения.
4. Дисперсионные методы получения лиофобных золей. Механическое диспергирование: шаровые мельницы, коллоидные мельницы, эффект Ребиндера. Диспергирование ультразвуком. Электрическое диспергирование.
5. Конденсационные методы получения лиофобных золей: физическая и химическая конденсация. Пептизация.
6. Методы очистки коллоидных растворов: диализ, электродиализ, ультрафильтрация, обратный осмос.
7. Броуновское движение. Средний квадратичный сдвиг частицы. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа.
8. Строение мицеллы лиофобного золя. Правило Панета-Фаянса.

Примерные вопросы к семестровому домашнему заданию

Вариант 1

1. Коллоидный раствор получили при смешивании 10 мл 0,01 М раствора хлорида железа (III) и 15 мл 0,01 М раствора гидроксида калия. Напишите уравнение реакции и определите, какой из продуктов реакции образует гидрозоль. Рассчитайте, какое из исходных веществ взято в избытке. Напишите формулу мицеллы образовавшегося золя, укажите заряд коллоидной частицы
2. Для коагуляции 10 мл отрицательно заряженного гидрозоль требуется 0,4 мл 0,036 М раствора хлорида магния. Рассчитайте пороги коагуляции, вызываемой следующими электролитами: хлорид натрия, хлорид магния, сульфат калия.
3. Используя уравнение Рэлея, сравните интенсивность света, рассеянного эмульсиями с равными радиусами частиц и концентрациями: бензола ( $n_1 = 1,501$ ) в воде и n-пентана ( $n_1 = 1,357$ ) в воде. Показатель преломления воды  $n_0 =$



1,333.

4. Рассчитайте полную поверхностную энергию 5 г эмульсии бензола в воде с концентрацией 75 % (масс) и дисперсностью  $D = 2$  мкм-1 при температуре 40°C. Плотность бензола при этой температуре равна 0,858 г/см<sup>3</sup>, поверхностное натяжение  $\sigma = 32,0$  мДж/м<sup>2</sup>, температурный коэффициент поверхностного натяжения бензола  $d\sigma/dT = 0,13$  мДж/(м<sup>2</sup> К).

5. Среднеквадратичное значение проекции сдвига частицы гидрозоля SiO<sub>2</sub> за 3 с составляет 8 мкм. Определите радиус частицы, если вязкость дисперсионной среды равна 1 мПа\*с при 20°C.

6. Рассчитайте электрофоретическую скорость передвижения частиц золя трисульфида мышьяка по следующим данным: электрокинетический потенциал частиц 42,3 мВ, расстояние между электродами 0,4 м, внешняя разность потенциалов 149 В, вязкость среды 1 мПа\*с, относительная диэлектрическая проницаемость 80,1.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Предмет коллоидной химии. Основные разделы и направления коллоидной химии, объекты и цели изучения. Классификация дисперсных систем: по размерам частиц, по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по концентрации. Количественные характеристики дисперсности: дисперсность, радиус кривизны, удельная поверхность. Понятие о термодинамически устойчивых (лиофильных) и термодинамически неустойчивых (лиофобных) дисперсных системах (ДС). Особенности нанодисперсного (коллоидного) состояния вещества. Универсальность дисперсного состояния вещества. Определяющая роль поверхностных явлений в дисперсных системах. Взаимосвязь коллоидной химии с другими химическими дисциплинами, с физикой, биологией, геологией, почвоведением, медициной. Значение коллоидной химии в охране окружающей среды.

2. Свободная поверхностная энергия границы раздела фаз. Поверхностные силы. Поверхностное натяжение. Термодинамические свойства поверхности. Понятие о методе слоя конечной толщины. Метод избыточных термодинамических функций поверхностного слоя (по Гиббсу). Физическая поверхность разрыва и геометрическая разделяющая поверхность. Выбор геометрической разделяющей поверхности. Поверхностные избытки термодинамических функций: внутренней энергии, свободной энергии Гиббса, Гельмгольца, энтальпии и энтропии. Влияние температуры на поверхностное натяжение и избыточные термодинамические функции поверхностного слоя индивидуальных жидкостей. Критическая температура (по Менделееву).

3. Поверхностная энергия и взаимодействия между молекулами (атомами, ионами) в конденсированной фазе. Работа когезии. Составляющие межмолекулярного взаимодействия, их вклад в поверхностное натяжение жидкостей. Особенности дисперсионных взаимодействий. Константа Гамакера. Поверхность раздела между конденсированными фазами. Работа адгезии и межфазное натяжение. Правило Антонова; условия его применения. Сложная константа Гамакера.

4. Смачивание. Краевой угол смачивания. Вывод уравнения Юнга. Термодинамические условия несмачивания, смачивания и растекания. Влияние шероховатости и химической неоднородности твердой поверхности на смачивание. Избирательное смачивание. Гидрофильные и гидрофобные поверхности твердых тел. Удельная теплота смачивания как количественная характеристика гидрофильности и гидрофобности твердых тел и порошков.

5. Капиллярные явления. Капиллярное давление. Вывод уравнения Лапласа для сферической поверхности и общий случай. Капиллярное поднятие жидкости, уравнение Жюрена, капиллярная постоянная жидкости. Влияние кривизны поверхности (радиуса частиц) на давление насыщенного пара и растворимость веществ. Вывод закона Томсона (Кельвина). Капиллярная конденсация. Процессы изотермической перегонки в дисперсных системах. Основные методы измерения поверхностного натяжения жидкостей. Статические, полустатические и динамические методы. Определение свободной поверхностной энергии твердых тел, в том числе неполярных поверхностей.

6. Адсорбция как процесс самопроизвольного концентрирования на границе раздела фаз веществ, снижающих межфазное натяжение. Вывод уравнения Гиббса для двухфазной двухкомпонентной системы. Выбор разделяющей поверхности. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Зависимость поверхностного натяжения водных растворов от концентрации поверхностно-активных и инактивных веществ. Поверхностная активность. Относительность понятия «поверхностная активность». Изотермы поверхностного натяжения растворов ПАВ. Уравнение Шишковского, предельные значения снижения поверхностного натяжения при адсорбции углеводородных и фторорганических ПАВ. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность. Правило Дюкло - Траубе.

7. Адсорбция растворимых ПАВ. Уравнение Ленгмюра для мономолекулярной адсорбции. Адсорбционная активность ПАВ. Взаимосвязь поверхностной и адсорбционной активности. Условие равновесия адсорбционного слоя и объема раствора. Работа адсорбции. Движущая сила процесса адсорбции. Строение адсорбционных монослоев растворимых ПАВ и расчет размеров молекул.



8. Адсорбционные слои нерастворимых ПАВ (слои Ленгмюра). Весы Ленгмюра. Поверхностное (двухмерное) давление. Изотермы двухмерного давления: уравнения состояния для идеального и реального газов. Основные типы пленок: газообразные, жидкорастянутые, жидкие, твердые. Условия перехода пленки от одного типа к другому. Пленки Ленгмюра-Блоджетт.
9. Адсорбция ПАВ на поверхности раздела несмешивающихся жидкостей. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Поверхностная активность ПАВ на границе раздела жидкость-жидкость. Понятие о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ).
10. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел. Модифицирующее действие ПАВ: гидрофилизация и гидрофобизация твердой поверхности. Применение ПАВ для управления процессами смачивания и избирательного смачивания твердых тел.
11. Классификация органических ПАВ по молекулярному строению: ионогенные (анион- и катионоактивные, амфолитные), неионогенные. Высокомолекулярные ПАВ (примеры, отличия от низкомолекулярных ПАВ). Проблема биоразлагаемости ПАВ. Классификация ПАВ по механизму их действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие вещества).
12. Двойной электрический слой (ДЭС). Причины образования ДЭС на поверхности раздела твердая частица дисперсной фазы-раствор электролита. Условие равновесия между заряженной поверхностью и раствором. Строение ДЭС: модель плоского конденсатора (Гельмгольц); учет теплового движения ионов (модель Гуи-Чепмена); роль химической природы ионов (теория Штерна-Гельмгольца). Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС. Изменение потенциала в плотной и диффузной части в зависимости от расстояния, от твердой поверхности для сильно и слабо заряженных поверхностей и от концентрации и заряда ионов электролита. Ионный обмен. Лиотропные ряды.
13. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и оседания. Электрокинетический потенциал; граница скольжения. Вывод уравнения Гельмгольца-Смолуховского для электрофореза и электроосмоса. Экспериментальное определение электрокинетического потенциала. Практически приложения электрокинетических явлений.
14. Строение мицелл гидрозолей. Влияние индифферентных электролитов на строение на строение ДЭС, роль специфической адсорбции на границе раздела фаз в дисперсных системах. Изменение термодинамического и электрокинетического потенциалов твердой поверхности в зависимости от концентрации неиндифферентных электролитов.
15. Термодинамически устойчивые (лиофильные) и термодинамически неустойчивые (лиофобные) ДС: дисперсионные и конденсационные методы получения. Термодинамически устойчивые дисперсные системы. Самопроизвольное диспергирование контактирующих макрофаз. Изменение свободной энергии монодисперсной системы от размера частиц и удельной межфазной поверхностной энергии. Условие и критерий самопроизвольного диспергирования по Ребиндеру-Шукину. Роль флуктуаций на легкоподвижной границе раздела фаз при самопроизвольном образовании дисперсной системы. Критические эмульсии как пример термодинамически устойчивых дисперсных систем.
16. Образование мицелл в водных растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Диаграмма фазового состояния мицеллообразующего ПАВ; точка Крафта. Изменение свободной энергии Гиббса в процессе мицеллообразования неионогенного и ионогенного ПАВ. Энтропийная природа мицеллообразования ПАВ в водных растворах, тепловые эффекты. Влияние различных факторов на величину ККМ. Основные методы определения ККМ. Влияние концентрации ПАВ на строение мицелл. Жидкокристаллические системы. Мицеллообразование в неполярных средах. Природа сил при образовании обратных мицелл.
17. Солюбилизация в растворах мицеллообразующих ПАВ. Образование микроэмульсий. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Практические приложения мицеллярных систем и микроэмульсий (в химии, нефтедобыче, биологии).
18. Термодинамически неустойчивые (лиофобные) дисперсные системы. Дисперсионные методы получения термодинамически неустойчивых дисперсных систем, связь работы диспергирования с поверхностной энергией твердых тел. Конденсационные способы получения дисперсных систем: химические и физические методы получения дисперсных систем (золей, эмульсий, пен, аэрозолей). Основы термодинамики гомогенного образования зародышей новой фазы (по Гиббсу, Фольмеру). Работа образования зародышей новой фазы, зависимость от величины пересыщения и размера критического зародыша. Образование новой фазы при конденсации из пересыщенного пара, кристаллизации из растворов и расплавов. Кинетика образования и роста зародышей новой фазы в метастабильных системах. Методы регулирования размеров частиц в дисперсных системах. Гетерогенное образование новой фазы: влияние смачивания и шероховатости поверхности на работу образования частиц новой фазы.
19. Седиментация и диффузия в дисперсных системах, коэффициент диффузии. Седиментационно-диффузионное равновесие, определение числа Авогадро. Броуновское движение в дисперсных системах. Основы теории Эйнштейна-Смолуховского. Седиментационный анализ суспензий и эмульсий. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по размерам. Рассеяние света в коллоидных системах. Закон



светорассеяния Рэлея, условия его применимости. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Окраска дисперсных систем. Оптические методы измерения размеров и формы дисперсных частиц (нефелометрия, метод «спектра мутности», ультрамикроскопия, фотон-корреляционная спектроскопия).

20. Седиментационная и агрегативная устойчивость ДС. Изменение энергии Гельмгольца в процессах коагуляции, коалесценции, изотермической перегонки. Пептизация и условие термодинамической устойчивости дисперсных систем к коагуляции. Тонкие пленки и их роль в устойчивости дисперсных систем. Понятие о расклинивающем давлении. Молекулярные взаимодействия в дисперсных системах, молекулярная составляющая расклинивающего давления для симметричных и несимметричных пленок. Сложная константа Гамакера. Энергия притяжения и сила взаимодействия двух сферических частиц на расстояниях, близких к молекулярным. Электростатическая составляющая расклинивающего давления для сильно и слабозаряженных коллоидных частиц. Основы теории Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО). Изменение избыточной свободной энергии и расклинивающего давления от толщины пленки. Влияние концентрации электролитов на величину избыточной свободной энергии и расклинивающего давления пленки.

21. Факторы стабилизации дисперсных систем: электростатическая, адсорбционная и структурная составляющие расклинивающего давления, эффекты Гиббса и Марангони и их роль в устойчивости тонких пленок. Роль гидродинамических эффектов в устойчивости пленок. Структурно-механический барьер по Ребиндеру как самый сильный фактор стабилизации дисперсных систем. Роль структуры адсорбционных слоев и лиофилизации поверхности частиц в устойчивости дисперсных систем.

22. Аэрозоли. Классификация. Молекулярно-кинетические свойства аэрозолей. Седиментация аэрозолей. Электрические свойства аэрозолей, причины возникновения заряда на поверхности частиц. Практическое использование аэрозолей. Аэрозоли и охрана окружающей среды.

23. Пены и пенные пленки. Классификация и строение пен. Кратность пен. Первичные и вторичные (ньютоновские) черные пленки. Влияние электролитов на толщину пленки. Условие равновесия пленки с каналом Гиббса-Плато. Процессы, ведущие к изменению структуры и разрушению пен. Практическое применение пен.

24. Эмульсии и эмульсионные пленки. Классификация и методы определения типа эмульсий. Эмульгаторы, принципы выбора ПАВ для стабилизации прямых и обратных эмульсий. Роль ГЛБ молекулы ПАВ в стабилизации эмульсий. Обращение фаз. Твердые эмульгаторы. Разрушение эмульсий. Практическое применение эмульсий.

25. Золи. Закономерности коагуляции. Коагуляция гидрозолей электролитами. Зависимость скорости коагуляции от концентрации электролита. Порог коагуляции; правило Шульце-Гарди. Теория устойчивости лиофобных золей Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО). Коагуляция золей, содержащих сильнозаряженные частицы дисперсной фазы, электролитами (концентрационная коагуляция). Условие исчезновения потенциального барьера. Теоретическое обоснование правила Шульце-Гарди. Коагуляция золей, содержащих слабозаряженные частицы дисперсной фазы, электролитами (нейтрализационная коагуляция). Критерий Эйлера-Корфа. Зоны коагуляции. Кинетика коагуляции. Понятие о кинетике быстрой и медленной коагуляции. Быстрая коагуляция по Смолуховскому. Флокуляция, гетерокоагуляция, адагуляция (определения, примеры).

26. Возникновение и развитие пространственных структур в дисперсных системах. Природа контактов между частицами образующихся структур. Коагуляционные структуры. Условия их образования. Прочность единичного коагуляционного контакта. Механические свойства структур с коагуляционным типом контакта. Явление тиксотропии. Кристаллизационные структуры. Процессы, приводящие к образованию кристаллизационных (фазовых) контактов. Прочность кристаллизационных структур. Методы регулирования структурно-механических свойств дисперсных систем на различных стадиях их формирования.

27. Основные понятия реологии. Упругость, вязкость, пластичность. Модель упруго-вязкого тела Максвелла. Релаксация напряжений. Период релаксации. Модель вязкоупругого тела Кельвина. Упругое последствие. Модель Бингама. Предельное напряжение сдвига. Дифференциальная и эффективная вязкость. Реологические свойства связнодисперсных систем. Полная реологическая кривая систем с коагуляционным типом контактов. Реологические свойства свободнодисперсных систем. Влияние концентрации и формы частиц дисперсной фазы на закономерности течения (закон Эйнштейна). Аномалия вязкости.

28. Физико-химические явления в процессах деформации и разрушения твердых тел. Эффект Ребиндера. Влияние природы жидкой фазы на прочность и пластичность твердых тел – эффект Ребиндера. Теория Гриффитса, условие самопроизвольного распространения трещин. Влияние химической природы твердого тела и среды на проявление адсорбционного понижения прочности. Роль реальной структуры и внешних условий в проявлении эффектов адсорбционного влияния среды на механические свойства твердых тел. Основные формы проявления эффекта: изменение прочности и пластичности как следствие снижения поверхностной энергии

#### 6.4. Критерии оценивания

Перед тем, как приступить к выполнению лабораторной работы, студент проходит собеседование, в ходе которого выясняется степень осведомленности студента о цели, задачах, технике безопасности и порядке выполнения экспериментальной части лабораторной работы. В случае успешного прохождения данного собеседования, студент допускается к выполнению экспериментальной части лабораторной работы; в случае выявления в ходе



собеседования недостаточной осведомленности студента, ему дается дополнительное время на подготовку и собеседование повторяется. После выполнения лабораторной работы студент во внеучебное время самостоятельно оформляет отчет по проделанной лабораторной работе, который включает следующие разделы: титульный лист, цель, задачи, оборудование, посуда, реактивы, порядок выполнения работы, обработка экспериментальных данных, выводы. Защита отчета включает проверку правильности оформления и содержания отчета и устное собеседование по контрольным вопросам к лабораторной работе. Отчет считается зачтенным, если отсутствуют замечания к его оформлению и содержанию, в случае наличия замечаний, студенту дается дополнительное время на их исправление, после чего отчет сдается на повторную проверку. Защита отчета считается пройденной, если в ходе собеседования по контрольным вопросам к лабораторной работе студент демонстрирует представления о строении и свойствах коллоидных систем и механизм их образования, владеет химическим научным языком.

Во внеаудиторное время студент самостоятельно оформляет семестровое домашнее задание, которое должно включать решение задач. Задание сдается на проверку. Задание считается зачтенным, если в нём студент демонстрирует умение применять основные законы коллоидной и производить необходимые химические расчеты. В противном случае задание возвращается студенту на доработку, после чего проверяется повторно.

На итоговой аттестации студент получает автоматическую оценку зачтено при выполнении всех перечисленных условий:

- студент выполнил все экспериментальные части всех лабораторных работ;
- студент успешно сдал все отчеты и прошел все защиты по всем лабораторным работам;
- студент успешно выполнил семестровое домашнее задание.

Не зачтено студент может получить при невыполнении хотя бы одного из вышеперечисленных пунктов.

Итоговая аттестация в форме экзамена.

Экзаменационный билет по коллоидной химии включает два теоретических вопроса из списка вопросов к экзамену.

Оценка «отлично». Ответ полный и правильный, материал изложен в определенной логической последовательности, химически грамотным языком. Студент полностью ответил на два вопроса, поставленных в билете в соответствии с программой. Написал правильно все необходимые уравнения реакции, указал условия их проведения. Студент владеет химической терминологией и номенклатурой, умеет применять важнейшие законы и понятия химии для объяснения конкретных химических явлений, умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать факты.

Оценка «хорошо». Ответ полный и правильный, но допущены несущественные ошибки в написании уравнении реакции, исправленные по требованию преподавателя.

Оценка «удовлетворительно». Студент ответил на все теоретические вопросы, но при этом допущена существенная ошибка или ответ не полный.

Оценка «неудовлетворительно». Студент не ответил на оба теоретических вопроса, не владеет химической терминологией и номенклатурой, допускает грубые ошибки в истолковании и употреблении химических понятий.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Лефедова О. В., Немцева М. П., Вашурин А. С.	Основные понятия и определения дисциплин «Физическая химия» и «Коллоидная химия»: учебное пособие ( <a href="https://e.lanbook.com/book/107402">https://e.lanbook.com/book/107402</a> )	Иваново : ИГХТУ, 2017	ЭБС
Л1.2	Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П.	Коллоидная химия: [учебник для вузов]	Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010	

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Сухарев Ю. И., Марков Б. А.	Шумовые пульсации в оксигидратных системах: монография	Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2012	
Л2.2	Шукин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А.	Коллоидная химия: учебник для бакалавров	Москва: Юрайт, 2012	



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.3	Сухарев Ю. И.	Оптические свойства гелевых оксигидратов и их каустики: тексты лекций ( <a href="http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007773/suharevyi">http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007773/suharevyi</a> )	Челябинск : Издательство Челябинского государственног о университета, 2014	ЭБС

### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л3.1	Кузнецова Е. В., Ковалёв И. Н., Тимушков П. В.	Лабораторный практикум по коллоидной химии ( <a href="http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007964/007964">http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007964/007964</a> )	Челябинск : Издательство Челябинского государственног о университета, 2022	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс] : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a> .			
Э2	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> .			
Э3	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a> .			
Э4	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="https://biblio-online.ru">https://biblio-online.ru</a>			
Э5	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> .			

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.
3. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотёка имени Б. Н. Ёльцина. – СанктПетербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.
4. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
6. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.



Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (демонстрационный набор атомов, таблица Менделеева, таблица растворимости, электрохимический ряд напряжения металлов)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 90, учебная мебель, проектор EPSON EMP-1720, ноутбук iRU Patriot707 core Win8 – переносной, акустическая система.

Учебно-наглядные пособия:

Мультимедийная презентация.

Программное обеспечение:

MS Office 2010 Pro. (№ лицензии: 48780632, лицензионное соглашение Open License 68753219ZZE1307. Дата с 11.07.2011.), PSPPP (свободное программное обеспечение, лицензия GNU GPL).

2. Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа: лаборатория дисперсных систем ауд. 301.(454000, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Молодогвардейцев, 70-б)

Основное оборудование:

Весы лабораторные ВЛТЭ-1100, весы НТН-80Е, шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ, Баня УТ-4308Е водяная, шейкер медицинский S-3.02L, электроплитка стеклокерамическая, фотометр КФК-3-01; весы НТН-80Е; рН-метр рН-150МИ; аквадистиллятор ДЭ-4; муфельная печь; колориметр фотоэлектрический КФК-2МП.

3. Помещение для самостоятельной работы:

3.1 Читальный зал № 1

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 50, 5 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, учебная мебель, кондиционер.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 10 Pro. (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Microsoft Office 2016 Pro (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.).

3.2 Информационно-библиографический отдел

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 24, учебная мебель, 7 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (СВТ(ОАОЦЕНТР) 18.02.10. Номер лицензии 46536280), Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (Договор № АЭ-61/10), Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level (Договор № АЭ-23/12, номер лицензии 60411804), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации) НЭБ (Договор № 101/НЭБ/2810 от 20.02.2018), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.)

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

К современному выпускнику общество предъявляет широкий перечень требований, среди которых особое значение имеет наличие у выпускников навыков и умений самостоятельно получать знания из различных источников информации, систематизировать и анализировать полученную информацию. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через подготовку к лабораторным, семинарским, практическим занятиям. При этом самостоятельная работа студента играет важную роль в ходе всего учебного процесса. При изучении дисциплины основную долю отводимого на самостоятельную работу времени занимает работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями и методическими указаниями. А потому студентам



необходимо оптимально использовать время, отведенное на самостоятельную работу.

Целесообразно посвящать до получаса в день изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для лучшего и полного усвоения материала учебной дисциплины рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, тексты лекций, а также электронные ресурсы, имеющиеся в системе ЭБС, доступ к которым обеспечен в читальных залах университета. Теоретический материал курса становится более понятным, если дополнительно студентом изучаются книги, учебники по данной учебной дисциплине. Полезно использовать несколько учебников, рекомендованных преподавателем.

При изучении химических дисциплин настоятельно рекомендуется «не заучивать» материал, а добиться максимального понимания изучаемой темы дисциплины. При изучении теоретического материала необходимо многократно писать на черновике формулы, реакции и графики до полного их запоминания.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.



При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.