

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**БАШКИРСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ (ФИЛИАЛ)**  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ ИМЕНИ К.Г. РАЗУМОВСКОГО  
(ПЕРВЫЙ КАЗАЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**  
(БИТУ (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»)

**Кафедра «Технологии пищевых производств»**



«Утверждаю»

Директор БИТУ (филиал)

ФГБОУ ВО «МГУТУ

им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»

Е.В. Кузнецова

«29» июня 2023 г

**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.Б.04.04 Физическая и коллоидная химия**

Направление подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

Тип образовательной программы прикладной бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки Технология и организация индустрии питания

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения заочная

Год набора: 2020

Мелеуз 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» разработана на основании разработан на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 ноября 2015 г. № 1332. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания (уровень бакалавриата), учебного плана по основной профессиональной образовательной программе высшего образования «Технология и организация индустрии питания»

Рабочая программа дисциплины разработана группой в составе: д.б.н., профессор Козлов В.Н., к.б.н., доцент Кузнецова Е.В., к.т.н., доцент Пономарев Е.Е.

Руководитель основной профессиональной образовательной программы кандидат биологических наук, доцент



(подпись)

Л.Ф. Пономарева

Рабочая программа дисциплины обсуждена и утверждена на заседании кафедры «Технологии пищевых производств»

Протокол №11 от «29» июня 2023 года

И.о. заведующий кафедрой ТПП, доцент, к.б.н.



(подпись)

Л.Ф. Пономарева

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цель и задачи дисциплины.....	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
4.	Объем дисциплины и виды учебной работы.....	5
5.	Содержание дисциплины.....	6
5.1.	Содержание разделов и тем дисциплины.....	6
5.2.	Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.....	10
5.3.	Разделы и темы дисциплины и виды занятий.....	10
6.	Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	11
6.1.	План самостоятельной работы студентов.....	12
6.2.	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	13
7.	Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	14
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	14
9.	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	15
10.	Образовательные технологии.....	15
11.	Оценочные средства.....	16
11.1.	Оценочные средства текущего контроля.....	17
11.2.	Оценочные средства для промежуточной аттестации.....	25
12.	Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями.....	29
13.	Лист регистрации изменений.....	30

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Цель учебной дисциплины заключается в формировании способности понимать физико-химические основы процессов и использовать основные законы физической и коллоидной химии в профессиональной деятельности.

#### Задачи учебной дисциплины:

1. Понимать физико-химические основы процессов и использовать основные законы физической и коллоидной химии в профессиональной деятельности;
2. Выполнять расчеты физико-химических параметров на основе методов физической и коллоидной химии;
3. Сформировать творческое мышление, объединяющее знания основных фундаментальных законов и методов проведения физико-химических исследований, с последующей обработкой и анализом результатов исследований;
4. Сформировать навыки самостоятельной постановки и проведения теоретических и экспериментальных физико-химических исследований.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Учебная дисциплина «**Физическая и коллоидная химия**» является дисциплиной общепрофессионального модуля образовательной программы по направлению подготовки 19.03.04 – «Технология продукции и организация общественного питания» очной и заочной форм обучения.

Изучение учебной дисциплины «**Физическая и коллоидная химия**» базируется на знаниях и умениях, полученных обучающимися ранее в ходе освоения программного материала ряда учебных дисциплин: «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия».

Изучение учебной дисциплины «**Физическая и коллоидная химия**» является базовым для последующего освоения программного материала учебных дисциплин: «Биохимия», «Пищевая химия», «Процессы и аппараты пищевых производств».

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций: *ОПК-2*

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** технические средства для измерения основных параметров технологических процессов, свойств сырья, полуфабрикатов и качество готовой продукции.

**Уметь:** применять знания законов, методов физической и коллоидной химии для решения широкого круга научных и технических проблем в пищевой промышленности;

**Владеть:** методами выполнения необходимых вычислений и экспериментов с применением фундаментальных основ физической и коллоидной химии

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины «**Физическая и коллоидная химия**» направлен на формирование у обучающихся по программе высшего образования – программе бакалавриата – по направлению подготовки 19.03.04 – «Технология продукции и организация общественного питания» (профиль) «Технология и организация ресторанного сервиса» общепрофессиональных компетенций *ОПК-2*.

<b>Код и описание компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
<i>ОПК-2</i> способностью разрабатывать мероприятия по	<b>Знает:</b> технические средства для измерения основных параметров технологических процессов, свойств сырья, полуфабрикатов и качество готовой продукции.





Равновесие в двухкомпонентных гетерогенных системах. Равновесие пар - раствор в системах, образованных летучими жидкостями. Диаграммы давление-состав и температура-состав. Правило рычага. Законы Коновалова и их термодинамическое обоснование. Азеотропные смеси. Взаимная растворимость жидкостей. Зависимость растворимости от температуры. Давление пара над двухкомпонентными смесями. Перегонка с водяным паром. Физико-химические основы перегонки и ректификации. Равновесие "жидкость-кристалл". Диаграммы растворимости двухкомпонентных систем (с неограниченной растворимостью и с простой эвтектикой). Применение правила фаз для анализа диаграмм. Равновесие в системах, образованных частично смешивающимися жидкостями. Распределение третьего компонента между двумя жидкими фазами. Принцип экстракции из растворов. Закон распределения.

Классификация растворов. Растворы в пищевой промышленности. Термодинамические свойства растворов. Давление пара над раствором. Идеальные растворы, химический потенциал компонента. Активность, коэффициент активности. Отклонение от идеальности как результат межмолекулярного взаимодействия в растворах. Бесконечно разбавленные растворы. Закон Генри. Растворимость газов в жидкостях. Влияние электролитов. Коллигативные свойства растворов. Закон Рауля. Эбулиоскопия, криоскопия, осмотическое давление. Использование коллигативных свойств растворов для расчета молярной массы и степени диссоциации. Положительное и отрицательное отклонения от закона Рауля.

Электрическая проводимость растворов электролитов. Проводники I и II рода. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации. Теория Аррениуса. Закон разведения Оствальда. Теория Дебая-Хюккеля. Средние ионные коэффициенты активности, связь с ионной силой. Электрофоретический и релаксационный эффекты. Удельная и молярная электрическая проводимость. Зависимость их от концентрации, температуры, природы растворителя. Подвижность ионов. Молярная проводимость при бесконечном разведении. Коллигативные свойства растворов электролитов.

Возникновение потенциала на границе раздела фаз. Уравнение Нернста. Электродные потенциалы в водородной шкале. Международная конвенция об ЭДС и знаках электродных потенциалов. Термодинамика гальванического элемента. Гальванические цепи - химические и концентрационные. Электроды первого и второго рода, окислительно-восстановительные электроды. Электроды сравнения. Потенциометрическое определение рН. Стеклоэлектрод.

## **Раздел 2. Химическая кинетика и катализ. (ОПК-2)**

**Цель:** изучить основные понятия и законы формальной кинетики и катализа.

Перечень изучаемых элементов содержания:

Скорость гомогенной химической реакции, кинетическая кривая, кинетическое уравнение, молекулярность, порядок, константа скорости. Математическое описание элементарных реакций первого, второго и третьего порядков. Время полупревращения. Методы определения порядка реакции. Сложные реакции первого порядка: обратимые, параллельные, последовательные, сопряженные. Лимитирующая стадия. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса, энергия активации.

Теплота и энтропия активации. Предэкспоненциальный множитель в рамках двух теорий.

Фотохимические реакции. Основные законы фотохимии. Квантовый выход. Классификация фотохимических реакций. Кинетические уравнения. Особенности кинетики цепных реакций. Простые и разветвленные цепи. Возникновение и обрыв цепи. Горение, взрыв. Цепные реакции в пищевой технологии, в виноделии, при окислении жиров и т.д.

Особенности кинетики гетерогенных реакций, многостадийность. Диффузионная, кинетическая, переходная области протекания гетерогенных реакций.

Катализ. Классификация каталитических реакций. Катализ и химическое равновесие. Гомогенный катализ. Классификация гомогенно-каталитических реакций. Теория промежуточных соединений. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Кинетические уравнения гомогенных каталитических реакций и их анализ.

Гетерогенный катализ. Особенности гетерогенных каталитических процессов. Роль адсорбции в каталитическом акте. Активные центры, образование кластеров на поверхности

катализаторов, промотирование и отравление катализаторов. Каталитическая активность и селективность катализаторов.

### **Раздел 3. Поверхностные явления (ОПК-2)**

**Цель:** изучить термодинамику поверхностных явлений, ПАВ и их основные свойства, изучить свойства дисперсных систем, их устойчивость.

Термодинамика поверхностных явлений. Роль поверхностных явлений в дисперсных системах. Удельная свободная поверхностная энергия, поверхностное натяжение, их выражение через функции состояния. Силовая и энергетическая трактовки поверхностного натяжения. Зависимость удельной поверхностной энергии от размеров частиц. Реализация принципа самопроизвольного снижения поверхностной энергии через поверхностные явления (сокращение поверхности раздела фаз, снижение межфазного поверхностного натяжения). Причины и механизмы адгезии и смачивания. Растекание жидкостей по поверхности. Краевой угол смачивания. Закон Юнга. Работа адгезии и когезии. Теплота смачивания. Уравнение Дюпре. Капиллярное поднятие жидкости. Лиофильная и лиофобная поверхности, избирательное смачивание как метод характеристики поверхностей твердых тел. Капиллярное давление. Закон Лапласа. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Уравнение Кельвина.

Адсорбция на границе раздела раствор-газ. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества (примеры). Относительность понятия "поверхностная активность" (зависимость от природы контактирующих фаз). Термодинамика процесса адсорбции. Уравнение адсорбции Гиббса и его анализ. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ. Уравнение Шишковского. Уравнение Лэнгмюра, его связь с уравнениями Гиббса, Шишковского.

Органические поверхностно-активные вещества (ПАВ). Поверхностная активность, ее изменение в гомологических рядах ПАВ. Правило Траубе. Теплота адсорбции. Термодинамическое обоснование правила Траубе - Дюкло. Методы оценки поверхностной активности органических ПАВ. Работа адсорбции. Динамический характер адсорбционного равновесия на поверхности раздела раствор ПАВ - газ. Изотермы адсорбции и поверхностного натяжения растворов ПАВ. Строение монослоев растворимых ПАВ. Двухмерное состояние вещества в поверхностном слое, ориентация молекул в разреженных и в насыщенных слоях. Определение длины и площади, занимаемой молекулой в предельно насыщенном адсорбционном слое. Методы определения поверхностного натяжения.

Адсорбция ПАВ на поверхности раздела конденсированных фаз. Межфазное натяжение на границе раздела между двумя несмешивающимися взаимно насыщенными жидкостями. Правило Антонова.

Природа адсорбционных сил. Адсорбция как самопроизвольное концентрирование на поверхности раздела фаз веществ, снижающих межфазное натяжение. Физическая и химическая адсорбция. Количественное выражение адсорбции, размерность.

Адсорбция на границе раздела твердое тело-газ. Изотерма адсорбции. Эмпирические уравнения Генри и Фрейндлиха. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Адсорбция на пористых телах. Использование адсорбционных процессов в различных отраслях пищевой промышленности.

Отличительные признаки дисперсных систем: гетерогенность и дисперсность. Объекты изучения, задачи и методы исследования. Различные способы классификации дисперсных систем. Геометрические параметры поверхности.

Образование двойного электрического слоя. Заряд поверхности на границе твердое тело-жидкость. Правило Фаянса-Паннега-Пескова. Термодинамическое равновесие поверхности раздела фаз с учетом электрической энергии. Образование двойного электрического слоя (ДЭС) и его строение. Электрокинетический потенциал, граница скольжения. Методы определения электрокинетического потенциала. Изменение потенциала в зависимости от расстояния от поверхности для сильно и слабо заряженных поверхностей; влияние концентрации и заряда ионов электролита.

Строение мицеллы гидрофобного золя. Влияние концентрации и природы электролита на величину и знак заряда коллоидных частиц.



Оптические свойства дисперсных систем. Классификация явлений, наблюдаемых при прохождении света через дисперсную систему. Опалесценция.

Рассеяние и поглощение света. Уравнение Релея и Ламберта-Бера. Их анализ. Оптические методы определения размера частиц золя и исследование свойств дисперсных систем: турбидиметрия, нефелометрия, ультрамикроскопия.

Устойчивость - центральная проблема коллоидной химии. Седиментационная и агрегативная устойчивость. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы.

Седиментационная устойчивость. Прямая и обратная седиментация. Седиментационно-диффузионное равновесие Перена-Больцмана. Скорость седиментации. Константа седиментации, как мера устойчивости данной коллоидной системы. Гипсометрический закон распределения частиц по высоте. Осаждение грубодисперсных частиц. Седиментационный анализ. Дифференциальная кривая распределения частиц по размерам; интегральная кривая; построение их из данных по кинетике накопления осадка.

Агрегативная устойчивость дисперсных систем. Основы теорий Смолуховского. Фукса их ограниченность. Быстрая и медленная коагуляция. Способы коагуляции, коагуляция электролитами, ее основные закономерности. Порог коагуляции электролитами, его зависимость от размера и заряда коагулирующего иона. Коагуляция сильно и слабо заряженных зольей (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Коагуляция смесью электролитов. Проблемы устойчивости и разрушения дисперсных систем.

Свободнодисперсные и связнодисперсные системы. Виды контактов твердых частиц дисперсной фазы в концентрированных дисперсных системах. Закономерности течения. Закон Ньютона. Влияние концентрации и формы частиц дисперсной фазы на закономерности течения (закон Эйнштейна). Структурообразование в дисперсных системах. Возникновение и развитие пространственных структур как следствие коагуляции. Природа контактов между элементами структур. Коагуляционные и кристаллизационные структуры. Условия образования, механические свойства; явление тиксотропии. Периодические структуры. Образование и свойства гелей.

#### **Раздел 4. Лиофобные и лиофильные дисперсные системы. (ОПК-2)**

**Цель:** изучить лиофобные и лиофильные дисперсные системы, их свойства и особенности.

Получение дисперсных систем. Термодинамика образования лиофобных коллоидных систем. Разрушение и диспергирование твердых тел как физико-химический процесс образования новой поверхности. Эффект Ребиндера. Диспергационные методы получения дисперсных систем (зольей, эмульсий, пен, аэрозолей). Роль ПАВ в процессах получения дисперсных систем. Связь работы диспергирования с поверхностной энергией твердых тел. Использование эффекта Ребиндера для уменьшения работы диспергирования. Процессы диспергирования в природе и технике.

Конденсационные способы получения дисперсных систем. Работа образования зародышей новой фазы. Образование частиц дисперсной фазы в процессах кристаллизации из растворов, конденсации пересыщенного пара, кипения.

Классификация, стабилизация эмульсий поверхностно-активными веществами, порошками, полимерами. Роль гидрофильно-липофильного баланса молекулы ПАВ в стабилизации эмульсий. Обращение фаз в эмульсиях. Практическое применение и методы разрушения эмульсий.

Строение пен и их классификация. Кратность пен. Пенообразователи и стабилизаторы пен. Влияние электролитов на пенообразующую способность ПАВ. Пенные пленки, строение, факторы устойчивости. Практическое применение пен (примеры).

Классификация аэрозолей по агрегатному состоянию частиц дисперсной фазы. Методы получения и измерения размеров аэрозольных частиц. Молекулярно-кинетические свойства аэрозолей (высоко- и грубодисперсных). Электрические свойства аэрозолей, причины возникновения заряда на поверхности частиц. Агрегативная устойчивость аэрозолей. Способы получения, свойства и особенности разрушения аэрозолей. Взрывы пыли. Суспензии и золи, их свойства и стабилизация. Основные методы очистки и концентрирования зольей: обратный осмос, диализ электродиализ и ультрафильтрация. Теория мембранного равновесия Доннана.

Строение и размер молекул коллоидных ПАВ. Классификация ПАВ по молекулярному строению (анионо- и катионоактивные, неионогенные, амфолитные); области применения ПАВ. Термодинамика образования лиофильных коллоидных систем; основные признаки лиофильных систем. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), основные методы определения ККМ. Строение прямых и обратных мицелл при различных концентрациях ПАВ.

Классификация высокомолекулярных соединений (ВМС). Химическая природа, особенности строения ВМС. Конформация макромолекул. Особые свойства растворов ВМС. Осмотическое давление растворов ВМС. Зависимость вязкости растворов ВМС от концентрации. Определение средней молекулярной массы ВМС. Уравнение Марка-Хаувинка. Набухание, термодинамика и кинетика процесса. Образование гелей (студней) ВМС, их свойства, синерезис. Важнейшие природные ВМС. Конформация молекул белка в зависимости от pH среды.

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)		
1.	«Биохимия»	1.1-1.4	2.1-2.3	
2.	«Пищевая химия»	1.1-1.4		3.1-3.4
3.	«Процессы и аппараты пищевых производств».	1.1-1.4	2.1-2.3	

## 5.3. Разделы и темы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекции ОФО/ЗФО	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия ОФО/ЗФО	СРС	Всего
1.	Раздел № 1. Основы химической термодинамики. Фазовое равновесие и свойства растворов. Электрохимия	Тема 1.1. I и II законы термодинамики. Термохимия. Тема 1.2. Химическое равновесие. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Тема 1.3. Растворы. Тема 1.4. Электропроводность растворов электролитов. ЭДС гальванического элемента.	10/0,5			10/2	20	40
2.	Раздел № 2. Химическая кинетика и катализ.	Тема 2.1. Формальная кинетика односторонних реакций. Тема 2.2. Кинетика сложных реакций.	10/0,5			10/2	18	38

		Тема 2.3. Катализ.						
3.	Раздел № 3. Поверхностные явления.	Тема 3.1. Термодинамика поверхностных явлений Тема 3.2. Адсорбция на границе жидкость-газ Тема 3.3. Электрические и оптические свойства дисперсных систем Тема 3.4. Устойчивость дисперсных систем	8/0,5			8/1	20	36
4.	Раздел № 4. Лиофобные и лиофильные дисперсные системы.	Тема 4.1 Методы получения дисперсных систем Тема 4.2. Суспензии, золи, эмульсии, их свойства Тема 4.3. Мицеллообразование в растворах ПАВ Тема 4.4. Растворы ВМС	6/0,5			6/1	18	30

### Формы учебных занятий с использованием активных и интерактивных технологий обучения

№	Наименование разделов, в которых используются активные и/или интерактивные образовательные технологии	Образовательные технологии
1.	Раздел № 1. Основы химической термодинамики. Фазовое равновесие и свойства растворов. Электрохимия	Лекция-беседа
2.	Раздел № 2. Химическая кинетика и катализ.	Лекция-беседа
3.	Раздел № 3. Поверхностные явления.	Лекция-беседа
4.	Раздел № 4. Лиофобные и лиофильные дисперсные системы.	Лекция-беседа

### 6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинарских, практических и лабораторных занятий (работ)	Трудоемкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1.	Раздел № 1. Основы химической термодинамики. Фазовое равновесие и свойства	Лаб. раб № 1 «Термохимические измерения» Лаб. раб № 2 «Определение молярной рефракции жидкостей»	10	УО, Зл	ОПК-2

	растворов. Электрохимия				
2.	Раздел № 2. Химическая кинетика и катализ.	Лаб. раб № 3 «Скорость химической реакции» Лаб. раб № 4 «Определение константы скорости инверсии сахарозы»	10	УО, 3л	ОПК-2
3.	Раздел № 3. Поверхностные явления.	Лаб. раб № 5 «Определение среднего размера частиц суспензии методом седиментации» Лаб. раб. № 6 «Адсорбция на границе жидкость/газ»	8	УО, 3л	ОПК-2
4.	Раздел № 4. Лиофобные и лиофильные дисперсные системы.	Лаб. раб № 7 «Методы получения коллоидных систем» Лаб. раб № 8 «Получение лиофильных коллоидов» Лаб. раб № 9 «Коагуляция»	6	УО, 3л	ОПК-2

### 6.1 План самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов ОФО/ЗФО
1.	Тема 1.1. I и II законы термодинамики. Термохимия.	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	4/8
2.	Тема 1.2. Химическое равновесие. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса.	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	6/10
3.	Тема 1.3. Растворы.	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	4/8
4.	Тема 1.4. Электропроводность растворов электролитов. ЭДС гальванического элемента.	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	4/8
5.	Тема 2.1. Формальная кинетика односторонних реакций.	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	6/10
6.	Тема 2.2. Кинетика сложных реакций.	работа с учебной литературой	подготовка к устному	Осн. лит-ра 1-3,	4/8

			опросу	доп. лит-ра 1-2	
7.	Тема 2.3. Катализ.	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	6/10
8.	Тема 3.1. Термодинамика поверхностных явлений	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	6/10
9.	Тема 3.2. Адсорбция на границе жидкость-газ	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	6/10
10.	Тема 3.3. Электрические и оптические свойства дисперсных систем	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	6/10
11.	Тема 3.4. Устойчивость дисперсных систем	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-4, доп. лит-ра 1-4	4/8
12.	Тема 4.1 Методы получения дисперсных систем	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	4/8
13.	Тема 4.2. Суспензии, золи, эмульсии, их свойства	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	6/8
14.	Тема 4.3. Мицеллообразование в растворах ПАВ	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	6/8
15.	Тема 4.4. Растворы ВМС	работа с учебной литературой	подготовка к устному опросу	Осн. лит-ра 1-3, доп. лит-ра 1-2	4/8

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по направлению подготовки бакалавров. Самостоятельная работа студентов способствует развитию ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;

- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию,

самосовершенствованию и самореализации;

- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на лабораторных работах для эффективной подготовки к зачету с оценкой.

Виды самостоятельной работы

Изучение тем лекций, изучение тем, вынесенных на самостоятельное изучение, подготовка к промежуточной аттестации – зачету с оценкой.

Организация СРС

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Организацию самостоятельной работы студентов обеспечивают: кафедра, преподаватель, библиотека и др.

## **7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)**

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература**

1. Зарубин Д.П. Физическая химия : учеб. пособие / Д.П. Зарубин. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 474 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=469097>
2. Борщевский А.Я. Физическая химия. Том 1. Общая и химическая термодинамика : учебник / А.Я. Борщевский. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 606 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=543133>
3. Борщевский А.Я. Физическая химия. Том 2. Статистическая термодинамика: учебник / А.Я. Борщевский. — М.: Инфра- М, 2017. — 383 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=543170>

### **б) дополнительная литература**

1. Родин, В.В. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Родин, Э.В. Горчаков, В.А. Оробец. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. – 156 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=515033>
2. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.С. Романенко, Н.Н. Францева, Ю.А. Безгина, Е.В. Волосова. – Ставрополь: Параграф, 2013. – 52 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=514197>

### **в) программное и коммуникативное обеспечение**

1. Microsoft Windows 7
2. Microsoft Office Standard 2013

### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы (БДиПС)**

1. ЭБС Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ». Договор № РТ-023/18 от 30.03.2018г.
2. ЭБС «Znanium.com». Договор №0373100036518000004 от 26.07.2018г.
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». Договор №516-10/18

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лаборатория микробиологии, физиологии, санитарии и гигиены питания Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; занятий лабораторного и практического типа; для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); для проведения групповых и

индивидуальных консультаций; для текущего контроля и промежуточной аттестации

Рабочие места обучающихся; Рабочее место преподавателя; Классная доска; Проектор переносной; Ноутбук; Экран переносной; Лабораторные столы; Шкафы для хранения лабораторной посуды; Стол-мойка с сушилкой; Стол-мойка; Лабораторное оборудование и приборы: рН метр, кондуктометр лабораторный АНИОН, микроскопы, гигрометр психрометрический, весы ВЛКТ, набор ареометров, колбонагреватели, центрифуга, встряхиватель для пробирок и колб, магнитные мешалки, титровальная установка, шкаф вытяжной, рефрактометры, гомогенизатор, люминоскоп, наборы микропрепаратов, термометры, эксикатор, спиртовки, штативы, фильтры, чашки Петри, стекла предметные, стекла часовые, фарфоровые ступки с пестиком, пипетки, бюретки, пробирки, тигли огнеупорные, колбы, цилиндры, комплект гирь

**Лаборатория аналитических и физико-химических методов исследований** Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; занятий лабораторного и практического типа; для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); для проведения групповых и индивидуальных консультаций; для текущего контроля и промежуточной аттестации

Рабочие места обучающихся; Рабочее место преподавателя; Лабораторное оборудование и приборы: инфракрасный Фурье-спектрометр IR PRESTIGE, высокоэффективный жидкостной хроматограф LC-20, центрифуга с охлаждением SIGMA, инфракрасный анализатор SPECTRA STAR, анализатор хемиллюминомер ХЛ-003, анализатор для определения качества молока MILKO SCAN, рН-метр 150 МИ; весы аналитические GR-202; мельница лабораторная ЛМТ-1; Холодильник; Стол-мойка; Лабораторные столы; Стол антивибрационный; Технологические приставки; Тумбы подкатные; 3 рабочих места оснащенных ПЭВМ; Принтеры, Сканер

## **10. Образовательные технологии:**

В процессе обучения применяются современные формы интерактивного обучения. Суть интерактивного обучения состоит в том, что учебный процесс организован таким образом, что практически все учащиеся оказываются вовлеченными в процесс познания, они имеют возможность понимать и рефлексировать по поводу того, что они знают и думают. Совместная деятельность учащихся в процессе познания, освоения учебного материала означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Причем, происходит это в атмосфере доброжелательности и взаимной поддержки, что позволяет не только получать новое знание, но и развивает саму познавательную деятельность, переводит ее на более высокие формы кооперации и сотрудничества.

Интерактивная деятельность на уроках предполагает организацию и развитие диалогового общения, которое ведет к взаимопониманию, взаимодействию, к совместному решению общих, но значимых для каждого участника задач. Интерактив исключает доминирование как одного выступающего, так и одного мнения над другим. В ходе диалогового обучения учащиеся учатся критически мыслить, решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, взвешивать альтернативные мнения, принимать продуманные решения, участвовать в дискуссиях, общаться с другими людьми. Для этого на уроках организуются индивидуальная, парная и групповая работа, применяются исследовательские проекты, идет работа с документами и различными источниками информации, используются творческие работы.

Интерактивное выступление предполагает ведение постоянного диалога с аудиторией:

- задавая вопросы, и получая из аудитории ответы;
- проведение в ходе выступления учебной деловой игры;
- приглашение специалиста для краткого комментария по обсуждаемой проблеме;

-использование наглядных пособий (схем, таблиц, диаграмм, рисунков, видеозаписи и др.) и т.п.

*Лекция-беседа*, или «диалог с аудиторией», наиболее распространенная и сравнительно простая форма активного вовлечения слушателей в учебный процесс. Она предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Ее преимущество состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей аудитории. Эффективность этого метода в условиях группового обучения снижается из-за того, что не всегда удастся вовлечь в беседу каждого из слушателей. В то же время групповая беседа позволяет расширить круг мнений сторон. Участие студентов в лекции-беседе можно обеспечить различными приемами: вопросы к аудитории, которые могут быть как элементарные, с целью сосредоточить внимание слушателей, так и проблемные.

### **11. Оценочные средства (ОС)**

Оценочные средства по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» разработаны в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)».

### **БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА**

Максимальная сумма рейтинговых баллов, которая может быть начислена студенту по учебной дисциплине, составляет 100 рейтинговых баллов.

Форма промежуточной аттестации	Количество баллов
Зачет соценкой	60 и более

Рейтинг студента в семестре по дисциплине складывается из рейтинговых баллов, которыми преподаватель в течение семестра оценивает посещение учебных занятий, его текущую работу на занятиях и самостоятельную работу, результаты текущих контрольных работ, тестов, устных опросов, премиальных и штрафных баллов.

Рубежный рейтинг студента по дисциплине складывается из оценки в рейтинговых баллах ответа на экзамене (зачете).

Преподаватель, осуществляющий проведение практических занятий, доводит до сведения студентов на первом занятии информацию о формировании рейтинга студента и рубежного рейтинга.

Текущий аудиторный контроль по дисциплине в течение семестра:

один ответ в устном опросе – до 2 рейтинговых баллов;

Доклады в устной форме – один доклад 7 баллов;

Посещаемость лекций – по 5 баллов за 1 лекцию.

Посещение студентом одного практического занятия оценивается преподавателем в 1,0 рейтинговый балл.

Активность на занятии - не более 5 баллов за 1 занятие.

Экзамен:

30 баллов – оценка;

Ниже 10 баллов – не зачтено.

По окончании семестра каждому студенту выставляется его Рейтинговая оценка текущей успеваемости, которая является оценкой посещаемости занятий, активности на занятиях, качества самостоятельной работы.

Студент допускается к мероприятиям промежуточной аттестации, если его рейтинговая оценка текущей успеваемости (без учета премиальных рейтинговых баллов) не менее:

по дисциплине, завершающейся экзаменом - 30 рейтинговых баллов.



Студенты, не набравшие минимальных рейтинговых баллов по учебной дисциплине проходят процедуру добора баллов:

– устный опрос по 2 вопроса по каждой изученной теме (2 балла за каждый правильный ответ);

- наличие конспекта лекций (8 баллов).

Максимальная рейтинговая оценка текущей успеваемости студента за семестр по результатам текущей работы и текущего контроля знаний (без учета премиальных баллов) составляет: 70 рейтинговых баллов для дисциплин, заканчивающихся экзаменом.

Студент, по желанию, может сдать экзамен в формате «автомат», если его рейтинг за семестр, с учетом премиальных баллов, составил не менее – 70 рейтинговых баллов с выставлением оценки «зачтено»

Рейтинговая оценка по дисциплине и соответствующая аттестационная оценка по шкале «зачтено», при использовании формата «автомат», проставляется экзаменатором в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость только в день проведения экзамена или зачета согласно расписанию группы, в которой обучается студент.

Для приведения рейтинговой оценки к аттестационной (пятибалльный формат) используется следующая шкала:

Аттестационная оценка по дисциплине	Рейтинг студента по дисциплине (включая премиальные баллы)
«отлично»	90- 100 баллов
«хорошо»	70 - 89 баллов
«удовлетворительно»	60 - 69 баллов
«неудовлетворительно»	менее 60 баллов

Рубежный рейтинг по дисциплине у студента на экзамене менее чем в 20 рейтинговых баллов считается неудовлетворительным (независимо от рейтинга студента в семестре). В этом случае в зачетно-экзаменационную ведомость в графе «Аттестационная оценка» проставляется «не удовлетворительно».

Преподавателю предоставляется право начислять студентам премиальные баллы за активность (участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, активная работа на аудиторных занятиях, публикации статей, работа со школьниками, выполнение заданий повышенной сложности, изготовление наглядных пособий и т.д.) в количестве, не превышающем 20 рейтинговых баллов за семестр. Премиальные баллы не входят в суммарный рейтинг текущей успеваемости студента, а прибавляются к ним.

### 11.1. Оценочные средств текущего контроля

#### Примерный перечень вопросов для устного опроса

#### Раздел №1 Основы химической термодинамики. Фазовое равновесие и свойства растворов. Электрохимия

1. Термодинамические системы и их классификация.
2. Понятия фазы, компонента и числа компонентов термодинамической системы.
3. Термодинамические состояния и процессы. Виды процессов. Функции состояния и функции процесса.
4. Внутренняя энергия системы. Её определение.
5. Функции состояния и функции процесса. Теплота и работа. Работа обратимого и необратимого расширения газа. Другие вид работ.
6. Работа обратимого расширения идеального газа при изобарном, изохорном и изотермическом процессах.
7. Стандартное состояние веществ в твёрдом фазе, в газообразной и в растворе. Стандартные теплоты образования и сгорания.
8. Стандартная теплота образования метилиодида  $\text{CH}_3\text{I}_{(ж)}$   $\Delta H_f^\circ = 8.4 \text{ кДж/моль}$ . К какой реакции относится этот тепловой эффект?

9. Изохорная и изобарная теплоемкости, связь между ними для идеальных газов.
10. Уравнения Кирхгофа, их применение для вычисления тепловых эффектов.
11. Энтропия и термодинамическая вероятность; уравнение Больцмана.
12. Энтропия и теплота в обратимом и необратимом процессах.
13. Процессы самопроизвольные и не самопроизвольные Критерии направления самопроизвольного процесса и равновесия в изолированной системе.
14. Изменение энтропии в процессах фазового перехода (испарение, плавление, возгонка).
15. Характеристические функции и термодинамические потенциалы.
16. При каких условиях изменение внутренней энергии может служить критерием направления самопроизвольного процесса?
17. Критерии состояния равновесия в закрытой системе при постоянных  $V$  и  $T$  и при постоянных  $p$  и  $T$ .
18. Связь между изменением молярные энергии Гиббса и энергии Гельмгольца обратимого изотермического расширения идеального газа.
19. Третий закон термодинамики. Постулат Планка и тепловая теорема Нернста. Абсолютная энтропия.
20. Химический потенциал и условие равновесия между фазами.
21. Условия термодинамического равновесия в закрытой системе, в которой протекает химическая реакция.
22. Изотерма химической реакции Вант Гоффа и ее использование для определения направления протекания химической реакции.
23. Факторы, влияющие на константы равновесия  $K_p$  и  $K_c$  в идеальной системе (газовой смеси или растворе).
24. Зависимость константы равновесия  $K_p$  от температуры и общего давления.
25. Выражение константы равновесия реакции, протекающей в газовой фазе в изобарно-изотермических условиях, через фугитивность.
26. Способы вычисления константы равновесия.
27. Термодинамическое условие самопроизвольного образования истинного раствора при постоянных  $p$  и  $T$ .
28. Аддитивные и не аддитивные экстенсивные величины.
29. Уравнение Гиббса-Дюгема.
30. Идеальные растворы и функция смешения идеальных растворов.
31. Закон Генри, коэффициент Генри, его физический смысл.
32. Растворимость газов в жидкостях.
33. Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля.
34. Почему давление насыщенного пара растворителя над идеальным раствором меньше, чем над чистым растворителем?
35. Криоскопическое следствие закона Рауля, его графическая интерпретация.
36. Диаграмма зависимости давления пара от температуры для воды и для разбавленных водных растворов. Влияние растворённого вещества на диаграмму.
37. Уравнение Дюгема-Моргулеса.
38. Неидеальные растворы, активность, способы её выражения.

## **Раздел № 2. Химическая кинетика и катализ.**

1. Скорость химической реакции и скорость изменения концентрации реагента. Значение стехиометрии реакции.
2. Кинетическое уравнение реакции, кинетический порядок и константа скорости.
3. Кинетические уравнения и кинетические кривые реакций второго порядка.
4. Кинетические уравнения и кинетические кривые реакций третьего порядка.
5. Методы определения порядка реакции.
6. Двусторонние (обратимые) реакции и их кинетические уравнения.
7. Сопряженные реакции.
8. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры, уравнение

Аррениуса.

9. Энергия активации, предэкспоненциальный множитель и стерический фактор в теории столкновений.
10. Теория переходного состояния (активированного комплекса).
11. Энергия активации в теории переходного состояния (активированного комплекса).
12. Фотохимические реакции. Первичные и темновые реакции, квантовый выход.
13. Общие положения кинетики цепные реакции.
14. Простые и разветвленные цепные реакции, стадии, активные центры, длина цепи.
15. Катализ, виды катализа. Активность, специфичность и селективность катализатора. Промоторы и ингибиторы.
16. Механизмы катализа. Влияние на энергию активации, на скорость прямой и обратной реакции, на константу равновесия.
17. Специфичность гомогенного и гетерогенного катализа.
18. Автокаталитические реакции. Их примеры
19. Ферментативный катализ, энзим и субстрат. Активные центры энзима.
20. Кинетическое уравнение ферментативного катализа в стационарном режиме.

### Раздел 3. Поверхностные явления

1. Предмет коллоидной химии. Какие вопросы она изучает?
2. Оцените место коллоидной химии в пищевой технологии.
3. Классификация дисперсных систем по размеру частиц, виду дисперсной фазы и дисперсионной среды.
4. Удельная площадь поверхности. Выражение удельной поверхности частиц правильной формы (шарообразных или цилиндрических) через их геометрические параметры.
5. Как охарактеризовать размеры частиц неправильной или неопределённой формы?
6. Какие величины размеров частиц и удельной площади поверхности характерны для коллоидных систем?
7. Поверхностное натяжение. Его выражение через термодинамические функции состояния в однокомпонентной системе.
8. Экспериментальные методы измерения поверхностного натяжения жидкостей.
9. Адгезия, аутогезия и когезия. Как объяснить явления смачивания и несмачивания с помощью понятий адгезии и когезии?
10. Равновесная работы адгезии и её связь с избыточной поверхностной энергией.
11. Связь краевого угла смачивания с поверхностным натяжением на границах раздела фаз жидкость/твердая поверхность, жидкость/воздух и воздух/твердая поверхность. Как объясняется эта связь с помощью механического или термодинамического равновесий.
12. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости.
13. Изменение поверхностного натяжения при адсорбции.
14. Изотерма адсорбции Гиббса и её анализ. Примеры разного влияния концентрации растворов на изотерму адсорбции Гиббса.
15. Физическая адсорбция и хемосорбция. Примеры этих видов адсорбции.
16. Классификация пористых адсорбентов. Отличие адсорбции в микропорах от адсорбции на плоской поверхности.
17. Правило Траубе. Его интерпретация и иллюстрирующие примеры.
18. Влияние длины углеводородной цепи на адсорбцию ПАВ. Особенности этого влияния при адсорбции на границе жидкость/газ и жидкость/жидкость.
19. Основные положения теории Лэнгмюра. Экспериментальное определение коэффициентов уравнения Лэнгмюра.
20. Связь предельной адсорбции с площадью поверхности адсорбента.
21. Влияние природы растворителя и природы поверхности адсорбента на адсорбцию из раствора.
22. Что понимается под устойчивостью дисперсных систем и чем отличается седиментационная (кинетическая) устойчивость от агрегативной устойчивости? Приведите

примеры устойчивости и неустойчивости применительно к различным областям пищевой технологии.

23. Равновесие седиментации в поле гравитационных сил и в поле центробежных сил.
24. Опишите явление осмоса. Что служит движущей силой осмоса и от чего зависит осмотическое давление?
25. Для каких величин размеров частиц и для каких концентраций золь справедливо уравнение Рэлея?
26. Причины возникновения электрического заряда на поверхности раздела фаз твердое тело/раствор.
27. Строение двойного электрического слоя в теориях Гуи-Чапмена и Штерна. Влияние ионной силы и специфической адсорбции на ДЭС.
28. Опишите явление электрофореза. Приведите количественные характеристики этого явления. В каких случаях электрофорез отсутствует?
29. Электроосмос.
30. Опишите явления потенциала седиментации и потенциала течения.
31. Основные положения теории ДЛФО. Зависимость энергии взаимодействия заряженных поверхностей от расстояния между ними.
32. Влияние потенциалопределяющих ионов и противоионов на энергию взаимодействия заряженных поверхностей.
33. Расклинивающее давление.
34. В чем заключается принцип коллоидной защиты? Приведите примеры коллоидной защиты.
35. Быстрая и медленная коагуляция. Их объяснение в теории ДЛФО.
36. Диспергационные методы получения дисперсных систем. Работа диспергирования и степень диспергирования.

#### **Раздел 4. Лиофобные и лиофильные дисперсные системы.**

1. Конденсационные методы получения дисперсных систем. Роль степени пересыщения.
2. Получение монодисперсных и полидисперсных систем конденсационными методами. Роль степени пересыщения и скорости конденсации.
3. Ультрафильтрация. Конструкция и действие ультрафильтров.
4. Способы очистки воды и воздуха от дисперсных частиц. Значение этих способов для охраны окружающей среды.
5. Пены. Их структура и строение элементарной ячейки.
6. Механизм разрушения пен. Как ускорить разрушение пены?
7. Стабилизаторы пен. Механизм их действия.
8. Способы получения пен и применение их в пищевой промышленности.
9. Как образуются аэрозоли? Приведите примеры образования аэрозолей на предприятиях пищевой промышленности. Что называется, предельно-допустимой концентрацией аэрозоля.
10. Устойчивость аэрозолей.
11. Очистка аэрозолей в циклонах и тканевых фильтрах.
12. Как перевести порошок в аэрозольное состояние? Что такое псевдооживление и где оно осуществляется?
13. Связь устойчивости эмульсий с величиной межфазного натяжения.
14. Использование эмульсий в пищевой и парфюмерной промышленности.
15. В чем заключается принцип подбора и механизм действия порошков для стабилизации эмульсий?
16. Классификация дифильных (амфифильных) ПАВ. Примеры синтетических и природных ПАВ.
17. Критическая концентрация мицеллообразования и факторы, влияющие на неё. Методы экспериментального определения ККМ.
18. Опишите образование мицелл как разделение фаз в пересыщенном растворе. Как

объясняется существование ККМ в этой теории.

19. Моющие средства и моющее действие. Объяснение моющего действия мыла.
20. Роль коллоидных ПАВ в пищевой технологии.
21. Микроэмульсии. Роль энтропийного фактора в их образовании.
22. Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их классификация. Примеры разных ВМС.
23. Особенности растворов ВМС как лиофильных систем. По каким признакам растворы ВМС относятся к коллоидным системам?
24. Броуновское движение и диффузия полимеров в растворе.
25. Применение рассеяния света для определения молярной массы полимеров в растворе.
26. Зависимость вязкости суспензии сферических частиц от концентрации.
27. Набухание полимеров в растворителях. Ограниченное и неограниченное набухание.
28. Кинетика набухания полимеров.

### Вопросы для коллоквиумов

#### Раздел №1 Основы химической термодинамики. Фазовое равновесие и свойства растворов. Электрoхимия

1. Термодинамические параметры состояния. Экстенсивные и интенсивные параметры. Молярные и удельные величины.
2. Уравнение состояния идеального газа. Какими свойствами атомов или молекул должен обладать реальный газ, чтобы его уравнение состояния было близким к идеальному? Примеры таких газов.
3. Первый закон термодинамики. Его применение к закрытым изолированным и к закрытым адиабатическим системам.
4. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия; связь между ними.
5. Тепловой эффект реакции. При каких условиях измеряют тепловой эффект реакции? Первый закон термодинамики применительно к таким условиям.
6. Закон Гесса и следствия из него.
7. Вычисление стандартных тепловых эффектов из стандартных теплот образования или сгорания.
8. Удельная, молярная, средняя и истинная теплоемкости.
9. Изменение теплоемкости в ходе реакции в некотором интервале температур меньше нуля. Как изменяется тепловой эффект этой реакции при повышении температуры в данном интервале?
10. Процессы обратимые и необратимые; самопроизвольные и не самопроизвольные. Их примеры.
11. Формулировки второго закона термодинамики.
12. Выражение объединенного первого и второго законов термодинамики для обратимого и необратимого процессов.
13. Энтропия изобарно-изотермического смешения идеальных газов.
14. В каком соотношении находятся молярные энтропии трех агрегатных состояний одного и того же вещества: пара, жидкости, твердого тела?
15. При каких условиях по изменению энтальпии можно определить направление самопроизвольного процесса?
16. Функции состояния, определяющие направление процессов при постоянных  $V$  и  $T$  и при постоянных  $p$  и  $T$ .
17. Способы вычисления стандартной энергии Гиббса химических реакций.
18. Зависимость энергии Гиббса и энергии Гельмгольца от температуры. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Физический смысл этих уравнений.
19. Химический потенциал однокомпонентной системы, его свойства.
20. Парциальное давление, химический потенциал компонента идеальной газовой смеси.

21. Химическая переменная  $\mu$  и её применение в термодинамике химических равновесий.
22. Выражение константы равновесия через химические потенциалы и активности реагирующих веществ.
23. Зависимость константы равновесия от температуры можно выразить следующим уравнением:  $K_p = -600/T + 5.407$ . Выделяется или поглощается теплота в результате реакции?
24. Как влияет понижение давления на равновесие в реакции  $2Cl_2 + 2H_2O = 4HCl + O_2$ , если все вещества находятся в идеальном газообразном состоянии?
25. Принцип подвижного равновесия Ле Шателье.
26. Растворы и их термодинамическая классификация по взаимодействию между компонентами.
27. Парциальные молярные величины. Определение и примеры таких величин.
28. Химический потенциал компонента идеального раствора и его зависимость от состава раствора.
29. Теплота растворения твердого вещества в жидкости, зависимость растворимости от температуры в соответствии с принципом Ле Шателье.
30. Теплота растворения газа в жидкости, зависимость растворимости от температуры в соответствии с принципом Ле Шателье.
31. Влияние ассоциации молекул растворенного нелетучего вещества на давление насыщенного пара растворителя.
32. Растворимость неэлектролитов в растворах электролитов. Эмпирическое уравнение Сеченова.
33. Закон Рауля, его графическая интерпретация для идеального раствора, образованного двумя летучими взаимно растворимыми жидкими компонентами.
34. Эбулиоскопическое следствие закона Рауля, его графическая интерпретация.
35. Осмотическое давление растворов и уравнение Вант Гоффа.
36. Коллигативные свойства растворов.
37. Химический потенциал, активность и коэффициент активности компонента смеси.
38. Причины положительных и отрицательных отклонений от закона Рауля.

## **Раздел № 2. Химическая кинетика и катализ.**

1. Молекулярность, порядок и классификация простых реакций.
2. Кинетическое уравнение и кинетическая кривая реакции первого порядка.
3. Период полупревращения реакций первого, второго и третьего порядка. Определение порядка и константы скорости реакции по зависимости периода полупревращения от начальной концентрации.
4. Определение скорости химической реакции в данный момент времени по кинетической кривой.
5. Параллельные реакции. Кинетические уравнения параллельных реакций.
6. Последовательные реакции, лимитирующая стадия. Кинетические кривые участников последовательных реакций.
7. Экспериментальное определение энергии активации.
8. Основные положения теории столкновений.
9. Связь теплового эффекта реакции с энергиями активации прямой и обратной реакции.
10. Какую наименьшую величину энергии активации может иметь эндотермическая реакция?
11. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна и условия его применимости.
12. Кинетические закономерности фотохимических реакций (порядок реакции, зависимость скорости от температуры).
13. Зарождение, развитие цепи и обрыв цепи простой цепной реакции, гибель активного центра. Порядок простых цепных реакций.
14. Условия стационарного и взрывного протекания разветвленной цепной реакции, вероятность разветвления и вероятность обрыва цепи.

15. Основные положения мультиплетной теории катализа.
16. Роль поверхности катализатора при гетерогенном катализе.
17. Кинетическое уравнение реакции кислотно-основного катализа.
18. Изобразите и объясните график зависимости логарифма константы скорости от pH на примере кислотно-основного катализа сложных эфиров.

### Раздел 3. Поверхностные явления

1. Роль дисперсных систем и поверхностных явлений в природе и технике и связь коллоидной химии с защитой окружающей среды.
2. Классификация и названия дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды.
3. Коллоидные системы как разновидность дисперсных систем. Их отличие от молекулярно-дисперсных систем и от грубодисперсных.
4. Монодисперсные и полидисперсные системы. Характеристика полидисперсных систем с помощью средних параметров размера.
5. Лиофобные и лиофильные системы. Их примеры.
6. Происхождение избытка поверхностной энергии в гетерогенных системах. Связь удельной поверхностной энергии с поверхностным натяжением.
7. Сформулируйте принцип снижения поверхностной энергии за счет уменьшения площади поверхности раздела фаз. Сформулируйте тот же принцип для уменьшения поверхностного натяжения.
8. Происхождение капиллярного давления. Его связь с законом Лапласа. Опишите опыты, демонстрирующие существование капиллярного давления. Приведите примеры его применения.
9. Краевой угол смачивания и его экспериментальное определение.
10. Адгезия жидкости и смачивание. Гидрофобные (лиофобные) и гидрофильные (лиофильные) поверхности.
11. Объяснение капиллярной конденсации с помощью уравнения Кельвина.
12. Адсорбция и её движущие силы. Объяснение с точки зрения межмолекулярных сил.
13. Теплота адсорбции. Дифференциальная и интегральная теплоты адсорбции и их зависимость от количества адсорбированного газа.
14. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбции. Графическое изображение различных изотерм адсорбции.
15. Какие вещества называются поверхностно-активными? Как связана поверхностная активность с химическим строением молекул? Приведите примеры.
16. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации поверхностно-активного вещества. Анализ уравнения Шишковского.
17. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра и теория Поляни.
18. Как перейти от уравнения Шишковского к уравнению Лэнгмюра с помощью уравнения Гиббса? Какие параметры этих уравнений связаны между собой?
19. Особенности строения молекул ПАВ. Их ориентация в адсорбционном слое на границах раздела фаз.
20. Уравнения Генри, Лэнгмюра и Фрэйндлиха для адсорбции газов на твёрдых поверхностях.
21. Скорость седиментации в поле тяжести и в центрифуге. Зависимость от свойств дисперсной фазы и дисперсионной среды.
22. Определение размеров частиц суспензий по скорости их седиментации в поле тяжести. Границы применимости этого метода.
23. Какие явления наблюдаются при прохождении света через дисперсную систему? Что называется опалесценцией?
24. Напишите уравнение Рэлея и проанализируйте его. Как с его помощью объяснить голубую окраску неба?
25. Строение двойного электрического слоя и распределение электрического потенциала в

теориях Гельмгольца и Гуи-Чапмена.

26. Противоионы и потенциалопределяющие ионы. Влияние их концентрации на распределение электрического потенциала в ДЭС.
27. Дзета-потенциал в теории ДЭС и его зависимость от концентрации противоионов.
28. Электрофоретическая подвижность и её связь с дзета-потенциалом.
29. Что означает термин "агрегативная устойчивость"? Как связана агрегативная устойчивость с дзета-потенциалом?
30. Что называется коагуляцией и флокуляцией? Что может вызывать эти процессы? Какие способы защиты от коагуляции известны?
31. Порог коагуляции. Его зависимость от заряда противоионов в теории ДЛФО.
32. Структурно-механический (стерический) фактор устойчивости лиофобных систем. Примеры механической защиты дисперсных систем в пищевых продуктах.
33. Кинетическая теория коагуляции Смолуховского.
34. Время половинной коагуляции и константа скорости в теории Смолуховского.
35. Адсорбционное понижение прочности. Применение ПАВ для снижения прочности (эффект Ребиндера).

#### **Раздел 4. Леофобные и леофильные дисперсные системы.**

1. Какие методы очистки и концентрирования зольей известны?
2. Что такое диализ и что такое электродиализ? Опишите принципиальные схемы этих процессов. Приведите примеры применения.
3. Опишите явление гелеобразования. Синерезис и его движущие силы.
4. В чем отличие суспензии от пасты? Приведите примеры пищевых паст.
5. Чем вызвано избыточное давление внутри пузырьков пен? Какие факторы определяют устойчивость пен?
6. Что называется кратностью пены? От чего зависит кратность пен.
7. Флотация. Принципы, особенности и применение флотации.
8. Охарактеризуйте аэрозоли как дисперсные системы типа т/г и ж/г. Что такое дым, пыль, туман, смог, аэрозольная пена?
9. Перемещение аэрозолей в воздушном потоке и осаждение аэрозолей на препятствиях. Пневмотранспортом.
10. Укажите причины электризации и взрывоопасности аэрозолей на примере мучной и сахарной пыли.
11. Как классифицируются эмульсии в зависимости от концентрации дисперсной фазы. Как определяется концентрация дисперсной фазы эмульсии?
12. Что такое прямые и обратные эмульсии? Как осуществляется обращение фаз эмульсии? Как определить тип эмульсии экспериментально?
13. ГЛБ и его применение при выборе ПАВ для стабилизации прямых и обратных эмульсий.
14. Какие факторы агрегативной устойчивости характерны для эмульсии? Что называется коалесценцией и гомогенизацией?
15. Какие вещества и при каких условиях способны образовывать мицеллы в водном растворе?
16. Гидрофобные взаимодействия и мицеллообразование.
17. Опишите образование мицелл как равновесие ассоциации молекул в истинном растворе. Как объясняется существование ККМ в этой теории.
18. Механизм солубилизации.
19. Строение мицелл. Влияние мицеллообразования на пенообразующие и суспендирующие свойства коллоидных растворов ПАВ.
20. Изобразите схемы строения различных мицелл. От чего зависит их размер и форма.
21. Химическая природа и строение макромолекул.
22. Конформации полимеров. Гибкость и жесткость полимерных цепей. Нативные конформации белков, денатурация.



23. Способы выражения молярной массы полидисперсных полимеров. Экспериментальные методы определения средних молярных масс.
24. Определение молярной массы ВМС методом измерения осмотического давления.
25. Зависимость вязкости растворов полимеров от концентрации и конформации макромолекул.
26. Относительная, удельная, приведенная и характеристическая вязкость. Определение молярной массы полимера в растворе методом вискозиметрии.
27. Термодинамика набухания полимеров.

### 11.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Код компетенции	Содержание компетенции (части компетенции)	Результаты обучения	Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
ОПК-2	способностью разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции питания различного назначения	<p><b>Знает:</b> технические средства для измерения основных параметров технологических процессов, свойств сырья, полуфабрикатов и качество готовой продукции.</p> <p><b>Умеет:</b> применять знания законов, методов физической и коллоидной химии для решения широкого круга научных и технических проблем в пищевой промышленности.</p> <p><b>Владеет:</b> методами выполнения необходимых вычислений и экспериментов с применением фундаментальных основ физической и коллоидной химии.</p>	<p>1. Изучение теоретического материала и овладение практическими навыками.</p> <p>2. Применение полученных знаний согласно поставленным задачам.</p>
<b>Уровень сформированности компетенций</b>			
<p><b>«недостаточный»</b> Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p><b>«пороговый»</b> Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется</p>	<p><b>«продвинутый»</b> Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого</p>	<p><b>«высокий»</b> Компетенции сформированы. Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень</p>

	низкий уровень самостоятельности практического навыка.	практического навыка.	самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
--	--	-----------------------	--

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:**

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Устный опрос	1-3	ОПК-2
2	Устный опрос	4-7	ОПК-2

**Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой**

1. Термодинамические системы и их классификация.
2. Понятия фазы, компонента и числа компонентов термодинамической системы.
3. Термодинамические параметры состояния. Экстенсивные и интенсивные параметры. Молярные и удельные величины.
4. Уравнение состояния идеального газа. Какими свойствами атомов или молекул должен обладать реальный газ, чтобы его уравнение состояния было близким к идеальному? Примеры таких газов.
5. Термодинамические состояния и процессы. Виды процессов. Функции состояния и функции процесса.
6. Внутренняя энергия системы. Её определение.
7. Первый закон термодинамики. Его применение к закрытым изолированным и к закрытым адиабатическим системам.
8. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия; связь между ними.
9. Функции состояния и функции процесса. Теплота и работа. Работа обратимого и необратимого расширения газа. Другие вид работ.
10. Тепловой эффект реакции. При каких условиях измеряют тепловой эффект реакции? Первый закон термодинамики применительно к таким условиям.
11. Закон Гесса и следствия из него.
12. Стандартное состояние веществ в твёрдом фазе, в газообразной и в растворе. Стандартные теплоты образования и сгорания.
13. Вычисление стандартных тепловых эффектов из стандартных теплот образования или сгорания.
14. Удельная, молярная, средняя и истинная теплоемкости.
15. Изохорная и изобарная теплоемкости, связь между ними для идеальных газов.
16. Уравнения Кирхгофа, их применение для вычисления тепловых эффектов.
17. Изменение теплоемкости в ходе реакции в некотором интервале температур меньше нуля. Как изменяется тепловой эффект этой реакции при повышении температуры в данном интервале?
18. Процессы обратимые и необратимые; самопроизвольные и не самопроизвольные. Их

примеры.

19. Энтропия и термодинамическая вероятность; уравнение Больцмана.
  20. Изотерма химической реакции Вант Гоффа и ее использование для определения направления протекания химической реакции.
  21. Химическая переменная  $\mu$  и её применение в термодинамике химических равновесий.
  22. Выражение константы равновесия через химические потенциалы и активности реагирующих веществ.
  23. Теплота растворения газа в жидкости, зависимость растворимости от температуры в соответствии с принципом Ле Шателье.
  24. Закон Генри, коэффициент Генри, его физический смысл.
  25. Растворимость газов в жидкостях.
  26. Влияние ассоциации молекул растворенного нелетучего вещества на давление насыщенного пара растворителя.
  27. Растворимость неэлектролитов в растворах электролитов. Эмпирическое уравнение Сеченова.
  28. Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля.
  29. Закон Рауля, его графическая интерпретация для идеального раствора, образованного двумя летучими взаимно растворимыми жидкими компонентами.
  30. Эбулиоскопическое следствие закона Рауля, его графическая интерпретация.
  31. Криоскопическое следствие закона Рауля, его графическая интерпретация.
  32. Диаграмма зависимости давления пара от температуры для воды и для разбавленных водных растворов. Влияние растворённого вещества на диаграмму.
  33. Осмотическое давление растворов и уравнение Вант Гоффа.
  34. Коллигативные свойства растворов.
  35. Уравнение Дюгема-Моргулеса.
  36. Неидеальные растворы, активность, способы её выражения.
  37. Химический потенциал, активность и коэффициент активности компонента смеси.
  38. Причины положительных и отрицательных отклонений от закона Рауля.
  39. Термодинамические условия фазового равновесия в однокомпонентной и многокомпонентной системе.
  40. Что называют насыщенным паром? Насыщенным раствором? Что есть общего в их термодинамическом описании?
  41. Фаза, число независимых компонентов, число термодинамических степеней свободы.
- Приведите примеры.
42. Тройная точка диаграммы состояния.
  43. Правило фаз Гиббса.
  44. Диаграмма состояния воды в координатах  $(T, p)$ .
  45. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона для равновесия в однокомпонентной системе твердое-газ и его анализ.
  46. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона для равновесия в однокомпонентной системе жидкость-газ и его анализ.
  47. Уравнение Клапейрона для равновесия в однокомпонентной системе твердое-жидкость и его анализ.
  48. Законы Коновалова. Примеры диаграмм состояния, иллюстрирующие их.
  49. Диаграммы давления пара при  $T = \text{const}$  и диаграммы кипения при  $p = \text{const}$  для жидких смесей с азеотропом.
  50. Механизмы катализа. Влияние на энергию активации, на скорость прямой и обратной реакции, на константу равновесия.
  51. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбции. Графическое изображение различных изотерм адсорбции.
  52. Уравнения Генри, Лэнгмюра и Фрэйндлиха для адсорбции газов на твёрдых поверхностях.
  53. Влияние природы растворителя и природы поверхности адсорбента на адсорбцию из

раствора.

54. Иониты. Их практическое применение. Примеры ионитов.
55. Структура матрицы катионитов и анионитов.
56. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Гидрофилизация поверхностей.
57. Молекулярно-кинетические явления и их проявление в коллоидных системах.
58. Броуновское движение и его количественные характеристики.
59. Опишите явление диффузии и приведите её примеры.
60. Что является движущей силой диффузии? Изложите и прокомментируйте 1-ый закон

Фика.

61. Скорость седиментации в поле тяжести и в центрифуге. Зависимость от свойств дисперсной фазы и дисперсионной среды.

62. Определение размеров частиц суспензий по скорости их седиментации в поле тяжести. Границы применимости этого метода.

63. Равновесие седиментации в поле гравитационных сил и в поле центробежных сил.

64. Причины возникновения электрического заряда на поверхности раздела фаз твердое тело/раствор.

65. Строение двойного электрического слоя и распределение электрического потенциала в теориях Гельмгольца и Гуи-Чапмена.

66. Противоионы и потенциалопределяющие ионы. Влияние их концентрации на распределение электрического потенциала в ДЭС.

67. Строение двойного электрического слоя в теориях Гуи-Чапмена и Штерна. Влияние ионной силы и специфической адсорбции на ДЭС.

68. Опишите явление электрофореза. Приведите количественные характеристики этого явления. В каких случаях электрофорез отсутствует?

69. Дзета-потенциал в теории ДЭС и его зависимость от концентрации противоионов.

70. Порог коагуляции. Его зависимость от заряда противоионов в теории ДЛФО.

71. Структурно-механический (стерический) фактор устойчивости лиофобных систем.

Примеры механической защиты дисперсных систем в пищевых продуктах.

72. Расклинивающее давление.

73. В чем заключается принцип коллоидной защиты? Приведите примеры коллоидной защиты.

74. Кинетическая теория коагуляции Смолуховского.

75. Время половинной коагуляции и константа скорости в теории Смолуховского.

76. Быстрая и медленная коагуляция. Их объяснение в теории ДЛФО.

77. Диспергационные методы получения дисперсных систем. Работа диспергирования и степень диспергирования.

78. Адсорбционное понижение прочности. Применение ПАВ для снижения прочности (эффект Ребиндера).

79. Конденсационные методы получения дисперсных систем. Роль степени пересыщения.

80. Способы получения пен и применение их в пищевой промышленности.

81. Флотация. Принципы, особенности и применение флотации.

82. Охарактеризуйте аэрозоли как дисперсные системы типа т/г и ж/г. Что такое дым, пыль, туман, смог, аэрозольная пена?

83. Как образуются аэрозоли? Приведите примеры образования аэрозолей на предприятиях пищевой промышленности. Что называется предельно-допустимой концентрацией аэрозоля.

84. Влияние длины углеводородной цепи на адсорбцию ПАВ. Особенности этого влияния при адсорбции на границе жидкость/газ и жидкость/жидкость.

85. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра и теория Поляни.

86. Как перейти от уравнения Шишковского к уравнению Лэнгмюра с помощью уравнения Гиббса? Какие параметры этих уравнений связаны между собой?

87. Основные положения теории Лэнгмюра. Экспериментальное определение коэффициентов уравнения Лэнгмюра.

88. Связь предельной адсорбции с площадью поверхности адсорбента.
89. Особенности строения молекул ПАВ. Их ориентация в адсорбционном слое на границах раздела фаз.
90. Уравнения Генри, Лэнгмюра и Фрэйндлиха для адсорбции газов на твёрдых поверхностях.
91. Влияние природы растворителя и природы поверхности адсорбента на адсорбцию из раствора.
92. Почему гидрофобные вещества (уголь, графит) лучше адсорбируют поверхностно-активные вещества (ПАВ) из водных растворов, а гидрофильные вещества (силикагель) – из углеводородных растворов?
93. Иониты. Их практическое применение. Примеры ионитов.
94. Структура матрицы катионитов и анионитов.
95. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Гидрофилизация поверхностей.
96. Молекулярно-кинетические явления и их проявление в коллоидных системах.
97. Броуновское движение и его количественные характеристики.
98. Опишите явление диффузии и приведите её примеры.
99. Что является движущей силой диффузии? Изложите и прокомментируйте 1-ый закон Фика.
100. Что понимается под устойчивостью дисперсных систем и чем отличается седиментационная (кинетическая) устойчивость от агрегативной устойчивости? Приведите примеры устойчивости и неустойчивости применительно к различным областям пищевой технологии.
101. Скорость седиментации в поле тяжести и в центрифуге. Зависимость от свойств дисперсной фазы и дисперсионной среды.
102. Определение размеров частиц суспензий по скорости их седиментации в поле тяжести. Границы применимости этого метода.
103. Равновесие седиментации в поле гравитационных сил и в поле центробежных сил.
104. Опишите явление осмоса. Что служит движущей силой осмоса и от чего зависит осмотическое давление?
105. Какие явления наблюдаются при прохождении света через дисперсную систему? Что называется опалесценцией?

## **12. Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями**

Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями осуществляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса» Министерства образования и науки РФ от 08.04.2014г. № АК-44/05вн.

В образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия, переработки материала. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом индивидуальных особенностей.

Предусмотрена возможность обучения по индивидуальному графику, при составлении которого возможны различные варианты проведения занятий: в академической группе и индивидуально, на дому с использованием дистанционных образовательных технологий.

## **13. Лист регистрации изменений**

№ п/п	Содержание изменения	Реквизиты документа об утверждении изменения	Дата введения изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			