

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.18
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая и коллоидная химия

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

направленность (профиль)

Организация и управление предприятиями индустрии питания

Форма обучения: заочная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	4	4
Практические	—	—
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	—	—
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	8,25	8,25
Самостоятельная работа	132	132
Контроль	3,75	3,75
Итого	144	144

Рабочую программу составил:

проф, проф., д.х.н., Остапенко Г.И.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2027 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Технологии производства пищевой продукции и организация общественного питания»

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

Т.П. Третьякова

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании Центра медицинской химии
(протокол заседания № 2 от «27» августа 2021 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов профессиональных знаний для объяснения основных закономерностей, определяющих направленность химических процессов, скорость их протекания, влияние на них среды, примесей и внешних физических воздействий, условия получения максимального выхода необходимых продуктов, а также по наиболее распространенному в природе состоянию тел – дисперсному и о процессах, происходящих в дисперсных системах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика»; «Физика»; «Химия».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Технология производства молочных продуктов», «Технологические процессы производства продукции общественного питания».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-9 Способен использовать основные законы фундаментальных разделов химии в планировании и регламентировании технологического процесса, проводить аналитические и физико-химические испытания сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, использовать естественнонаучные знания в своей профессиональной деятельности	ПК-9.1 Проводит аналитические и физико-химические испытания сырья и готовой продукции	Знать: физико-химические свойства сырья, и готовой продукции, основные этапы экспериментальных исследований.
		Уметь: обрабатывать и анализировать полученные результаты, представлять их в виде отчетов
		Владеть: средствами проведения физико-химических исследований; методами обработки результатов

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Физическая и коллоидная химия							
Модуль 1. Химическая термодинамика	Лекция 1 (Лек)	Основные понятия и первое начало термодинамики. Термодинамические системы, состояния и характеристики, параметры и функции состояния. Термодинамические процессы, равновесные и стационарные процессы. Изотермическое изменение объема газа, равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы. Теплота и работа. Внутренняя энергия и энтальпия.	5	2			
	Лаб 1	Лабораторная работа № 1: Термохимия (калориметрический опыт).		2			

	Самостоятельная работа (СР)	Первое начало термодинамики для процессов в идеальном газе. Теплоемкость, удельная и молярная теплоемкости. Термохимия, теплота реакций, закон Гесса. Определение тепловых эффектов реакции по теплоте образования и сгорания. Зависимость теплоты реакции от температуры, закон Кирхгофа.		4	—	—	Итоговое тестирование за курс Физическая и коллоидная химия
		<i>Второе начало термодинамики.</i> Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы, критерии самопроизвольного протекания процессов, понятие энтропии. Изменение энтропии как критерий направления процесса в изолированной системе. Второе начало термодинамики, изменение энтропии в обратимом и необратимом процессах.		4	—	—	
		<i>Процессы в неизолированных системах.</i> Энергии Гиббса и Гельмгольца. Уравнения Гиббса - Гельмгольца.		5	—	—	
		<i>Термодинамика химического равновесия.</i> Химическое равновесие, химический потенциал. Константы химического равновесия. Уравнения изотермы химической реакции Вант-Гоффа. Уравнения изо-		5	—	—	

		бары и изохоры химических реакций. Смещение химического равновесия и принцип Ле Шателье.					
		<i>Фазовые равновесия.</i> Основные понятия: фаза, компонент, фазовое равновесие и фазовый переход. Число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Диаграмма состояния однокомпонентных систем. Тепловые эффекты фазовых переходов, уравнение Клаузиуса – Клапейрона в дифференциальной и интегральной формах. Диаграмма состояния двухкомпонентных систем с одной эвтектикой.		5	—	—	
Модуль 2. Растворы	Лаб 2	Лабораторная работа № 2: Определение энтальпии растворения вещества	5	2			Итоговое тестирование за курс Физическая и коллоидная химия
	Самостоятельная работа (СР)	<i>Общие закономерности.</i> Основные понятия и характеристики растворов, взаимосвязь процессов в растворах с величиной химического потенциала компонентов раствора. Понятия идеального и реального растворов, выражения концентрации растворов. Давление насыщенного пара над раствором, законы Рауля и Генри. Повышение температуры кипения и понижение темпера-		4	—	—	

		туры замерзания растворов. Осмос и осмотическое давление.					
		<i>Разделение жидких растворов. Законы Гиббса – Коновалова, азеотропные смеси. Перегонка и ректификация, перегонка азеотропных смесей.</i>		4			
		Ограниченно растворимые жидкости. Экстракция, константа и коэффициент распределения.		4			
Модуль 3. Кинетика	Самостоятельная работа (СР)	<i>Основные понятия химической кинетики. Основные представления, скорость химических реакций. Молекулярность и кинетические уравнения реакций. Порядок химических реакций. Кинетические уравнения реакций различного порядка.</i>	5	5	—	—	Итоговое тестирование за курс Физическая и коллоидная химия
		Механизм и кинетика обратимых и последовательных, параллельных и сопряженных реакций. Цепные реакции. Реакции с нетермической активацией частиц, фотохимические реакции.		5	—	—	
Модуль 4. Электрохимия	Самостоятельная работа (СР)	<i>Растворы электролитов. Электролитическая диссоциация, сольватация и гидратация ионов. Сильные и слабые электролиты, свойства растворов слабых электролитов, кон-</i>	5	5	—	—	Итоговое тестирование за курс Физическая и коллоидная химия

		станта и степень диссоциации. Изотонический коэффициент и коллигативные свойства растворов электролитов. Средние ионная активность и коэффициент активности электролитов. Электролитическая диссоциация воды и концентрация водородных ионов.					
		Электропроводность растворов электролитов, удельная и молярная электропроводность. Подвижность ионов, закон Кольрауша. Числа переноса ионов.		5	—	—	
		Электродные процессы и гальванические элементы. Основные понятия, контактный, диффузионный и электродный потенциалы. Гальванические элементы, элемент Якоби – Даниэля. Термодинамика гальванического элемента, электродвижущая сила. Электродные потенциалы, уравнение Нернста. Измерение электродных потенциалов, водородный электрод. Зависимость ЭДС элементов от температуры.		5	—	—	
		Электролиз, законы электролиза, применение электролиза.		5	—	—	
Модуль 5. Поверхностные явления	Лекция 2 (Лек)	Поверхностная энергия и поверхностные явления. Термо-	5	2			

		динамические основы поверхностных явлений. Основное уравнение термодинамики физической и коллоидной химии. Поверхностное натяжение. Энергетический и силовые аспекты поверхностного натяжения.					
	Самостоятельная работа (СР)	Связь поверхностных явлений с изменением поверхности раздела фаз и поверхностного натяжения. Поверхностные явления при изменении поверхности раздела фаз: коалесценция, изотермическая перегонка. Поверхностные явления при изменении поверхностного натяжения. Особенности искривленной поверхности раздела фаз. Формула Кельвина.		5	—	—	
		<i>Адгезия.</i> Виды и термодинамические основы адгезии: аутогезия и когезия. Адгезия жидкости и смачивание, краевой угол смачивания, лиофильная и лиофобная поверхности, флотация.		5	—	—	
		<i>Основные закономерности адсорбции.</i> Адсорбция как поверхностное явление, движущая сила адсорбции, абсолютная и избыточная адсорбция. Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса. Причины и		5	—	—	

		механизм адсорбции, виды адсорбции. Изотермы адсорбции. Уравнения изотермы адсорбции Генри, Фрейндлиха и Ленгмюра.					
		<i>Адсорбция на границе жидкость – газ. Особенности адсорбции на границе жидкость – газ. Поверхностная активность, ПАВ и ПИВ. Адсорбция ПАВ, дифильность молекул ПАВ. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации адсорбтива, уравнение Шишковского. Предельная адсорбция. Правило Траубе – Дюкло.</i>		5	–	–	
		<i>Адсорбция на твердых поверхностях. Особенности адсорбции на поверхности твердых тел, пористость поверхности. Адсорбция газов, капиллярная конденсация газов. Адсорбция жидкости, правило и эффект Ребиндера. Адсорбция ионов, лиотропные ряды. Ионообменная адсорбция, иониты. Ионообменная хроматография. Применение адсорбционных процессов.</i>		5	–	–	
Модуль 6. Дисперсные системы	Самостоятельная работа (СР)	<i>Основы дисперсионного анализа. Распределение частиц дисперсных систем по размерам, дифференциальные кривые распределения, медианный и</i>	5	5	–	–	Итоговое тестирование за курс Физическая и коллоидная химия

		эквивалентный размер. Седиментационный анализ суспензий.					
		<i>Золи и суспензии.</i> Основные свойства золь и суспензий. Гели и пасты, пептизация.		5	—	—	
		<i>Эмульсии.</i> Свойства и устойчивость эмульсий. Получение, разрушение и применение эмульсий.		5	—	—	
		<i>Пены.</i> Свойства и устойчивость пен. Получение и применение пен.		5	—	—	
		<i>Аэрозоли.</i> Классификация, образование и свойства аэрозолей.		5	—	—	
		<i>Системы с твердой дисперсионной средой.</i> Основные характеристики. Твердые пены. Капиллярно – пористые тела.					
		<i>Высокомолекулярные соединения.</i> Структура молекул ВМС. Свойства растворов ВМС, осмотическое давление и вязкость. Набухание. Студни и студнеобразование. Свойства гелей и студней.		5	—	—	
		<i>Коллоидные ПАВ.</i> Особенности и классификация коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Моющее действие коллоидных ПАВ. Применение ПАВ.		5	—	—	

		<i>Белки.</i> Белки как полиэлектролиты. Белки как коллоидные растворы. Изоэлектрическая точка. Белки как ВМС.		5	—	—	
Промежуточная аттестация		Контроль	5	3,75	—	—	Зачет
	Промежуточная аттестация (ПА)	Промежуточная аттестация (экзамен)		0,25	—	—	БТЗ Физическая и коллоидная химия
	Итоговый тест по курсу	Итоговое тестирование за курс Физическая и коллоидная химия		2	100	—	Вопросы к промежуточной аттестации (Курс 3, сессия 3)
	Итого:			144	100		

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины используется технология дистанционного образования. Оценивание знаний студентов производится по балльно-рейтинговой системе.

6. Методические указания по освоению дисциплины «Физическая и коллоидная химия»

Модуль 1. Химическая термодинамика

Темы лекционных занятий:

Лекция 1 Основные понятия и первое начало термодинамики. Термодинамические системы, состояния и характеристики, параметры и функции состояния. Термодинамические процессы, равновесные и стационарные процессы. Изотермическое изменение объема газа, равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы. Теплота и работа. Внутренняя энергия и энтальпия

Темы лабораторных занятий:

Лабораторная работа № 1: Термохимия (калориметрический опыт).

Лабораторная работа № 2: Определение энтальпии растворения вещества.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление об основных понятиях и законах химической термодинамики, частности, о первом и втором началах термодинамики и использовании их при решении практических задач, о фазовом равновесии в химических системах и диаграммах состояния двух- и трехкомпонентных систем, о термодинамике жидких летучих систем и разделении растворов на компоненты.

знать:

- основные понятия и определения термодинамики (предмет изучения, типы термодинамических систем и процессов, понятие теплоты и работы, внутренней энергии и энтальпии, удельной и молярной теплоемкости);
- формулировки первого начала термодинамики и его применения для изопроцессов;
- закон Гесса и его применение для расчетов теплового эффекта реакций;
- второе начало термодинамики в изолированных и неизолированных системах;
- как по величине изменения энергии Гиббса и Гельмгольца определять возможность протекания процессов в неизолированных системах;
- как получить максимальную полезную работу в термодинамическом процессе;
- что такое химический потенциал и как с его помощью определять направление и пределы протекания физико-химических процессов;
- как рассчитывать изменение энергии Гиббса при протекании химических реакций;
- как внешние условия влияют на химические равновесия (принцип Ле Шателье);
- основные условия фазового равновесия и фазового перехода, правило фаз Гиббса;
- фазовые диаграммы двухкомпонентных систем с одной эвтектикой.

уметь:

- определять возможность протекания химических реакций и фазовых переходов;

– проводить количественные расчеты при протекании химических реакций и фазовых переходов.

Методические рекомендации по изучению модуля

При освоении модуля необходимо:

– изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;

– акцентировать внимание на основных понятиях и законах термодинамики и применении их для количественных расчетов при протекании химических реакций и других физико-химических процессов.

- ответить на контрольные вопросы:
 1. Каковы предмет и общее содержание курса термодинамики?
 2. Какие бывают термодинамические системы?
 3. Что такое обратимый и необратимый процессы?
 4. Охарактеризуйте равновесный и неравновесный процессы.
 5. Что такое внутренняя энергия и энтальпия?
 6. Что такое молярная теплоемкость?
 7. Сформулируйте первое начало термодинамики для различных изопроцессов.
 8. Сформулируйте закон Гесса и следствия из него.
 9. Что такое энтропия и как она изменяется в различных процессах (второе начало термодинамики)?
 10. Каковы критерии самопроизвольного протекания физико-химических процессов в изолированных системах?
 11. Каковы такие критерии для неизолированных систем?
 12. Запишите основное уравнение технической термодинамики.
 13. Что такое термодинамическая вероятность и как она связана с энтропией?
 14. Как нужно проводить процесс в закрытых системах для получения максимальной полезной работы?
 15. Что такое характеристические функции и термодинамические потенциалы?
 16. Запишите основное уравнение химической термодинамики.
 17. Что такое химический потенциал и как он влияет на химические и фазовые равновесия?
 18. Что такое реальный газ и фугитивность?
 19. Выведите уравнение константы химического равновесия.
 20. Выведите уравнение изотермы химической реакции и поясните, для чего оно служит.
 21. Сформулируйте принцип Ле-Шателье и как он действует при изменении температуры, парциальных давлений компонентов и общего давления в системе.
 22. Что такое фаза и компонент.
 23. Каковы условия фазового равновесия и фазового перехода?
 24. Сформулируйте правило фаз Гиббса и поясните, для чего оно служит.
 25. От чего зависит величина теплового эффекта фазового перехода?
 26. Что такое эвтектика и эвтектический состав системы?
 27. Что такое конгруэнтное и инконгруэнтное плавление?

Модуль 2. Растворы

Темы самостоятельных занятий:

Основные понятия и характеристики растворов

Разделение жидких растворов.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление об основных теориях растворов, способах выражения состава растворов, об идеальных, предельно разбавленных и неидеальных растворах, о взаимосвязи давления паров над раствором с составом раствора, о химическом равновесии в растворах, процессах экстракции и методах разделения жидких летучих смесей.

Знать:

- основные понятия и определения термодинамики растворов (предмет изучения, основные разделы модуля, выражения концентрации растворов);
- основные свойства идеальных, предельно разбавленных и неидеальных растворов;
- взаимосвязь состава пара над раствором с составом раствора (законы Рауля и Генри);
- зависимость понижения температуры замерзания и повышения температуры кипения от концентрации раствора;
- закономерности распределения вещества между двумя несмешивающимися растворителями?
- законы Гиббса-Коновалова;
- диаграммы состояния жидких летучих смесей с азеотропом и без него;
- принципы разделения летучих смесей путем дробной перегонки и ректификации.

уметь:

- выражать состав раствора заданием различных видов концентрации;
- характеризовать идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы;
- рассчитывать давление паров над растворами;
- пользоваться диаграммами состояния летучих смесей.

Методические рекомендации по изучению модуля

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на методах использования диаграмм состояния летучих смесей для разделения этих смесей на компоненты;
- ответить на контрольные вопросы:
 1. Что такое истинный раствор?
 2. Что такое сольватация и гидратация?
 3. Что такое мольная доля и мольное содержание?
 4. Охарактеризуйте идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы.
 5. Сформулируйте законы Рауля и Генри.
 6. От чего и как зависит растворимость веществ?
 7. Что такое криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные и что они характеризуют?
 8. Что такое осмос и от чего зависит осмотическое давление?
 9. Что такое коэффициент распределения Нернста?
 10. Сформулируйте законы Гиббса-Коновалова. Что такое азеотропная смесь?
 11. Изобразите графически, как зависит давление паров над бинарной идеальной, предельно разбавленной и неидеальной летучей смесью?
 12. Можно ли разделить азеотропную смесь на компоненты?
 13. Чем отличается ректификация от дробной перегонки?
 14. Как осуществляется дробная перегонка летучих смесей?
 15. Как осуществляется ректификация?

Модуль 3. Электрохимия

Темы самостоятельных занятий:

Растворы электролитов.

Электродные процессы и гальванические элементы.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление об электролитической диссоциации и ее механизме, о свойствах сильных и слабых электролитов, об основах электростатической теории растворов сильных электролитов, об удельной и молярной электропроводности, об основах теории электропроводности Онзагера, законах Фарадея для электролиза, о равновесных электродных процессах, в частности, о возникновении электродного потенциала и э.д.с. электрохимических систем, об электролизе и его практическом использовании.

знать:

- основные понятия и определения электрохимии (электролит, степень и константа диссоциации, электрохимическая система, электрод, электродный потенциал, э.д.с. системы);
- причины и закономерности электролитической диссоциации;
- свойства сильных и слабых электролитов;
- выражения для удельной и молярной электропроводности;
- законы Фарадея;
- причины возникновения электродного потенциала;
- термодинамику электрохимических систем;
- методы составления электрохимических систем;
- промышленный электролиз;

уметь:

- рассчитывать электропроводность растворов различного состава;
- составлять электрохимические системы и рассчитывать их э.д.с.;

Методические рекомендации по изучению модуля

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на основных понятиях и законах химической термодинамики и кинетики;
- ответить на контрольные вопросы:
 1. Что изучает электрохимия?
 2. Что такое электролитическая диссоциация?
 3. Почему ионные кристаллы в воде диссоциируют, а в бензоле – нет?
 4. Что такое сольватация и гидратация ионов?
 5. Чем сильные электролиты отличаются от слабых?
 6. Запишите выражения для константы диссоциации для бинарного электролита.
 7. Что такое степень диссоциации?
 8. Перечислите коллективные свойства растворов. Что их объединяет?
 9. Что характеризует изотонический коэффициент? Чему он равен для сильных и слабых электролитов?
 10. Что такое средняя активность электролита?
 11. Что такое удельная электропроводность и от чего она зависит?

12. Что такое молярная электропроводность?
13. Что такое подвижность иона?
14. Как молярная электропроводность связана с подвижностями ионов?
15. Что такое число переноса?
16. Сформулируйте законы Фарадея для электролиза.
17. Охарактеризуйте элемент Якоби-Даниэля.
18. Чем электрохимический потенциал отличается от химического?
19. Что такое э.д.с. электрохимической системы и от чего зависит ее величина?
20. Как возникает диффузионный потенциал?
21. Как устроен двойной электрический слой?
22. Запишите уравнение Нернста для электродного потенциала.
23. Какие электроды и почему используются в качестве электродов сравнения?
24. Как устроен хлор-серебряный электрод сравнения?
25. На каком электроде электрохимической системы происходит окисление вещества, а на каком – восстановление?

Модуль 4. Химическая кинетика

Темы самостоятельных занятий:

Основные понятия химической кинетики.

Механизм и кинетика сложных химических реакций.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление об основных понятиях химической кинетики, частности, о скорости, молекулярности и порядке химической реакции, о кинетических уравнениях реакций различного порядка, об экспериментальных методах определения порядка реакции, о кинетике сложных реакций, о нетермических и фотохимических реакциях.

знать:

- основные понятия и определения химической кинетики (скорость реакции, кинетические кривые, молекулярность и порядок реакции, закон действующих масс);
- основные закономерности формальной кинетики (кинетические уравнения реакций различного порядка, экспериментальные методы определения порядка реакции);
- основные типы сложных реакций (обратимые, параллельные, последовательные, сопряженные, автокаталитические и цепные реакции);
- типы нетермических реакций (фотохимические и радиационно-химические реакции);

уметь:

- рассчитывать скорость реакций и строить кинетические кривые;
- проводить количественные расчеты скорости химических реакций;
- определять порядок реакции;

Методические рекомендации по изучению модуля

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на основных понятиях и законах химической кинетики и применении их для количественных расчетов скорости химических реакций.
- ответить на контрольные вопросы:
 1. Что изучает химическая кинетика?
 2. Что такое скорость реакции?

3. Чем определяется молекулярность реакции?
4. Сформулируйте закон действующих масс. Что такое константа скорости реакции?
5. Что такое порядок химической реакции?
6. Что такое период полупревращения?
7. Какие величины связывают кинетические уравнения?
8. Запишите кинетические уравнения для реакций различного порядка.
9. Что такое механизм реакции?
10. Как скорость реакции зависит от температуры?
11. Изобразите графически кинетические кривые для различных сложных реакций.
12. Что такое цепная реакция и какие их типы вы знаете?
13. Что такое квантовый выход фотохимической реакции?

Модуль 5. Поверхностные явления

Темы лекционных занятий:

Лекция 2. Поверхностная энергия и поверхностные явления. Термодинамические основы поверхностных явлений. Основное уравнение термодинамики физической и коллоидной химии. Поверхностное натяжение. Энергетический и силовой аспекты поверхностного натяжения.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление об основных понятиях коллоидной химии (дисперсная система, дисперсная фаза, дисперсионная среда, удельная поверхность), о классификации дисперсных систем по размеру и форме частиц, агрегатному состоянию фазы и среды, о природе возникновения поверхностного натяжения, об основном уравнении термодинамики дисперсных систем, о таких явлениях, как изотермическая перегонка, адгезия и адсорбция, об электрокинетических явлениях.

знать:

- основные понятия и определения коллоидной химии (дисперсная система, дисперсная фаза, дисперсионная среда, удельная поверхность);
- классификацию дисперсных систем;
- основное уравнение термодинамики дисперсных систем;
- физический смысл и различные выражения поверхностного натяжения;
- взаимосвязь поверхностных явлений с изменением поверхности фаз и поверхностного натяжения;
- виды и термодинамические основы адгезии;
- принципы смачивания и несмачивания поверхностей;
- термодинамические и физические причины возникновения явления адсорбции;
- фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса;
- основные теории адсорбции (Ленгмюра, БЭТ);
- уравнения изотермы мономолекулярной адсорбции (Генри, Фрейндлиха и Ленгмюра);
- особенности адсорбции на границе раствор/газ и твердых адсорбентах;
- закономерности ионной и ионно-обменной адсорбции;
- причины возникновения зарядов на частицах;
- устройство двойного электрического слоя на границе частица – среда;
- виды электрокинетических явлений и их особенности.

уметь:

- характеризовать основные закономерности поверхностных явлений;

– использовать основное уравнение термодинамики дисперсных систем для объяснения различных поверхностных явлений.

Методические рекомендации по изучению модуля

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на основных понятиях и законах поверхностных явлений;
- ответить на контрольные вопросы:
 1. Что такое дисперсная система, дисперсная фаза и дисперсионная среда?
 2. Что такое весовая удельная поверхность и как она связана с размером частиц?
 3. Как классифицируются дисперсные системы?
 4. Сколько типов дисперсных систем по агрегатному состоянию фазы и среды Вы знаете?
 5. Что такое лиофильная и лиофобная системы?
 6. Что такое свободнодисперсная и связнодисперсная системы?
 7. Какие выражения для концентрации частиц фазы Вы знаете?
 8. Запишите основное уравнение термодинамики дисперсных систем.
 9. Что такое поверхностное натяжение? Какие выражения для него Вы знаете?
 10. Какова взаимосвязь поверхностных явлений с изменением поверхности фаз и поверхностного натяжения?
 11. Что такое коагуляция и чем она отличается от коалесценции?
 12. Что такое изотермическая перегонка?
 13. Как связана поверхностная энергия с кривизной частиц?
 14. Что такое адгезия и какие виды ее Вы знаете? Каковы термодинамические основы адгезии?
 15. Что такое краевой угол смачивания и как по его величине судят о смачиваемости или несмачиваемости поверхности?
 16. Каковы термодинамические и физические причины явления адсорбции?
 17. Как количественно характеризуется явление адсорбции?
 18. Выведите фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса.
 19. Что такое изотерма адсорбции?
 20. Запишите уравнения изотермы мономолекулярной адсорбции Гиббса, Фрейндлиха и Ленгмюра.
 21. Что такое активность ПАВ и как ее определять графически?
 22. Выведите уравнение изотермы поверхностного натяжения Шишковского.
 23. Чем молекулы ПАВ отличаются от других молекул?
 24. Чем обусловлена величина предельной адсорбции?
 25. Что такое пористость и как ее рассчитать?
 26. Почему изотерма адсорбции отличается от изотермы десорбции для пористых тел?
 27. Сформулируйте правило выравнивания полярности Ребиндера.
 28. Сформулируйте правило Панета – Фаянса для адсорбции ионов.
 29. Что такое катиониты и аниониты?
 30. Поясните пути возникновения заряда на частицах.
 31. Как устроена мицелла?
 32. Какие электрокинетические явления Вы знаете? Охарактеризуйте их.
 33. Что такое электрофоретическая подвижность?

Модуль 6. Дисперсные системы

Темы самостоятельных занятий:

Устойчивость дисперсных систем.
Получение дисперсных систем.
Основы дисперсионного анализа.
Золи и суспензии.
Эмульсии.
Пены.
Аэрозоли.
Системы с твердой дисперсионной средой.
Высокомолекулярные соединения.
Коллоидные ПАВ.
Белки.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление об оптических, молекулярно-кинетических и структурно-механических свойствах дисперсных систем (ДС), об ДС систем и расклинивающем давлении, об агрегативной и седиментационной устойчивости ДС, о термодинамических основах и методах получения ДС, об основах методов дисперсионного анализа ДС, об основных видах ДС (золях и суспензиях, пастах и гелях, эмульсиях, пенах и аэрозолях).

знать:

- основные понятия и определения ДС (золи и суспензии, пасты и гели, эмульсии, пены и аэрозоли);
- основные свойства ДС (оптические, молекулярно-кинетические и структурно-механические);
- причины устойчивости и неустойчивости ДС;
- основы теории ДЛФО агрегативной устойчивости ДС;
- классификацию и термодинамические основы способов получения ДС;
- методы дисперсионного анализа;
- основные свойства и методы получения различных типов ДС (золей и суспензий, паст и гелей, эмульсий, пен и аэрозолей);

уметь:

- классифицировать и характеризовать природные и промышленные ДС;
- характеризовать устойчивость ДС;

Методические рекомендации по изучению модуля

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на характеристике основных видов ДС;
- ответить на контрольные вопросы:
 1. Какие основные свойства ДС рассматриваются в настоящем модуле?
 2. Запишите выражение закона Ламберта – Бэра.
 3. Что такое рассеянное отражение и рассеянное преломление?
 4. При каких размерах частиц рассеяние света происходит за счет дифракции?
 5. Что такое Рэлееское рассеяние, как и при каких размерах частиц оно происходит?
 6. Почему небо кажется голубым?
 7. Что такое броуновское движение? Как оно зависит от размера частиц?

8. Что такое средний сдвиг частиц?
9. Что такое диффузия? Запишите закон Фика для диффузии частиц ДС.
10. Что такое осмос и от чего зависит осмотическое давление?
11. Что такое седиментационная и агрегативная устойчивость ДС?
12. Как седиментационная устойчивость ДС зависит от размера частиц?
13. Как зависит от высоты ДС численная концентрация частиц?
14. Что такое расклинивающее давление?
15. Что рассматривает теория ДЛФО?
16. Как повысить агрегативную устойчивость ДС?
17. Дайте определение свободно- и связнодисперсных ДС.
18. Что такое ньютоновские и неньютоновские жидкости и какое отношение к ДС имеют эти понятия?
19. Охарактеризуйте адгезионный и аутоадгезионный процессы движения в ДС.
20. Как классифицируются способы получения ДС?
21. В каком случае происходит самопроизвольное диспергирование вещества в ДС?
22. Какими способами происходит несамопроизвольное диспергирование вещества в ДС?
23. Укажите необходимые условия осуществления конденсационных методов образования частиц ДС.
24. Изобразите графически дифференциальную кривую распределения частиц по размерам.
25. Охарактеризуйте методы дисперсионного анализа ДС.
26. Что такое золи и суспензии, пасты и гели? Что общего между ними?
27. Что такое пептизация?
28. Что такое эмульсии? Укажите их виды.
29. Как повысить устойчивость эмульсий?
30. Охарактеризуйте майонез с точки зрения коллоидной химии.
31. Охарактеризуйте сливочное масло с точки зрения коллоидной химии.
32. Что такое пена? Как повысить устойчивость пены?
33. Охарактеризуйте способы получения жидких пен.
34. Что такое аэрозоль? Как классифицируются аэрозоли в зависимости от агрегатного состояния частиц фазы и их размеров.
35. Объясните разницу между дымом и смогом.
36. Что такое твердые эмульсии?
37. К какому типу ДС можно отнести фрукты?
38. Почему жидкость движется по капиллярам?
39. От чего зависит высота подъема жидкости в капилляре?

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ПК-9	Отчеты по лабораторным работам и вопросы при их защите; БТЗ.

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Отчет по лабораторной работе

Темы лабораторных работ указаны в Табл. 4 (Структура и содержание дисциплины). Подробные описания лабораторных работ изданы и имеются в лаборатории Физическая и коллоидная химия [10, 11].

Форма отчета по лабораторной работе.

Отчет должен содержать:

1. Таблицу с результатами экспериментов;
2. Графики исследованных зависимостей;
3. Расчеты физико-химических величин;
4. Оценку точности полученных численных значений физико-химических величин;
5. Выводы по работе.

Требования к оформлению:

1. Графики должны соответствовать правилам построения графиков (лаборатория Физическая и коллоидная химия);
2. Под формулами должна быть приведена расшифровка буквенных обозначений;
3. У численных значений физических величин должны быть указаны единицы измерений;
4. Полученные экспериментальные величины должны быть указаны с интервалом погрешности.

Процедура оценивания:

Качество отчета по лабораторной работе оценивается в процессе очной защиты отчета.

Критерии оценки:

Лабораторная работа «зачтена», если результаты оформлены в виде отчета и при защите работы даны ответы более чем на 80% вопросов (задается не менее 5 вопросов);

Лабораторная работа «не зачтена», если результаты не оформлены в виде отчета и при защите работы даны ответы менее чем на 80% вопросов.

7.2.2. Вопросы БТЗ

БТЗ содержит 488 вопросов;

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр: 5

№ п/п	Вопросы
1	Термодинамические системы, состояния и характеристики, параметры и функции состояния.
2	Изотермическое изменение объема газа, равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы.
3	Термодинамические процессы, равновесные и стационарные процессы.
4	Теплота и работа.
5	Внутренняя энергия и энтальпия.
6	Первое начало термодинамики для процессов в идеальном газе.
7	Термохимия, теплота реакций, закон Гесса.
8	Теплоемкость, удельная и молярная теплоемкости.
9	Определение тепловых эффектов реакции по теплоте образования и сгорания.
10	Зависимость теплоты реакции от температуры, закон Кирхгофа.
11	Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы, критерии самопроизвольного протекания процессов, понятие энтропии.
12	Изменение энтропии как критерий направления процесса в изолированной системе.
13	Второе начало термодинамики, изменение энтропии в обратимом и необратимом процессах.
14	Энергии Гиббса и Гельмгольца.
15	Уравнения Гиббса – Гельмгольца.
16	Химическое равновесие, химический потенциал.
17	Константы химического равновесия.
18	Уравнения изотермы химической реакции Вант-Гоффа.
19	Уравнения изобары и изохоры химических реакций.
20	Смещение химического равновесия и принцип Ле Шателье.
21	Основные понятия: фаза, компонент, фазовое равновесие и фазовый переход.
22	Число степеней свободы, правило фаз Гиббса.
23	Диаграмма состояния однокомпонентных систем.
24	Тепловые эффекты фазовых переходов, уравнение Клаузиуса – Клапейрона в дифференциальной и интегральной формах.
25	Диаграмма состояния двухкомпонентных систем с одной эвтектикой.
26	Основные понятия и характеристики растворов, взаимосвязь процессов в растворах с величиной химического потенциала компонентов раствора.
27	Понятия идеального и реального растворов, выражения концентрации растворов.
28	Давление насыщенного пара над раствором, законы Рауля и Генри.
29	Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов.

30	Осмоз и осмотическое давление.
31	Законы Гиббса – Коновалова, азеотропные смеси.
32	Перегонка и ректификация, перегонка азеотропных смесей.
33	Ограниченно растворимые жидкости.
34	Экстракция, константа и коэффициент распределения.
35	Электролитическая диссоциация, сольватация и гидратация ионов.
36	Сильные и слабые электролиты, свойства растворов слабых электролитов, константа и степень диссоциации.
37	Изотонический коэффициент и коллигативные свойства растворов электролитов.
38	Средняя ионная активность и коэффициент активности электролитов.
39	Электролитическая диссоциация воды и концентрация водородных ионов.
40	Электропроводность растворов электролитов, удельная и молярная электропроводность.
41	Подвижность ионов, закон Кольрауша.
42	Числа переноса ионов.
43	Основные понятия, контактный, диффузионный и электродный потенциалы.
44	Гальванические элементы, элемент Якоби – Даниэля.
45	Термодинамика гальванического элемента, электродвижущая сила.
46	Электродные потенциалы, уравнение Нернста.
47	Измерение электродных потенциалов, водородный электрод.
48	Зависимость ЭДС элементов от температуры.
49	Электролиз, законы электролиза, применение электролиза.
50	Основные представления химической кинетики, скорость химических реакций.
51	Молекулярность и кинетические уравнения реакций.
52	Порядок химических реакций.
53	Кинетические уравнения реакций различного порядка.
54	Механизм и кинетика обратимых реакций.
55	Механизм и кинетика последовательных реакций.
56	Механизм и кинетика параллельных реакций.
57	Механизм и кинетика сопряженных реакций.
58	Цепные реакции.
59	Реакции с нетермической активацией частиц.
60	Фотохимические реакции.
61	Предмет курса коллоидной химии. Основные понятия и объекты исследования.
62	Удельная поверхность, дисперсность, поверхностное натяжение и поверхностная энергия.
63	Классификация поверхностных явлений и дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз, размеру и внешнему виду частиц дисперсной фазы.
64	Термодинамические основы поверхностных явлений. Основное уравнение термодинамики физической и коллоидной химии.
65	Поверхностное натяжение. Энергетический и силовой аспекты поверхностного натяжения.
66	Связь поверхностных явлений с изменением поверхности раздела фаз и поверхностного натяжения. Поверхностные явления при изменении поверхности раздела фаз: коалесценция, изотермическая перегонка.
67	Поверхностные явления при изменении поверхностного натяжения. Особенности искривленной поверхности раздела фаз. Формула Кельвина
68	Виды и термодинамические основы адгезии: аутогезия и когезия.
69	Адгезия жидкости и смачивание, краевой угол смачивания, лиофильная и лиофобная поверхности, флотация.
70	Адсорбция как поверхностное явление, движущая сила адсорбции, абсолютная и

	избыточная адсорбция.
71	Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса.
72	Причины и механизм адсорбции, виды адсорбции.
73	Изотермы адсорбции. Уравнения изотермы адсорбции Генри, Фрейндлиха и Ленгмюра.
74	Особенности адсорбции на границе жидкость – газ. Поверхностная активность, ПАВ и ПИВ.
75	Адсорбция ПАВ, дифильность молекул ПАВ. Зависимость адсорбции от концентрации адсорбтива, уравнение Шишковского.
76	Предельная адсорбция. Правило Траубе – Дюкло.
77	Особенности адсорбции на поверхности твердых тел, пористость поверхности.
78	Адсорбция газов, капиллярная конденсация газов. Адсорбция жидкости, правило и эффект Ребиндера.
79	Адсорбция ионов, лиотропные ряды. Ионообменная адсорбция, иониты.
80	Ионообменная хроматография. Применение адсорбционных процессов.
81	Поверхностная энергия и заряд поверхности, взаимосвязь удельного заряда поверхности с ее потенциалом.
82	Двойной электрический слой, плотный и диффузный слои, дзета-потенциал. Строение мицеллы
83	Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, возникновение потенциалов седиментации и течения. Электрофоретическая подвижность.
84	Прохождение света через дисперсную систему, закон Ламберта – Бера.
85	Рассеяние света в дисперсных системах, рассеянное отражение и преломление, формула Релея.
86	Броуновское движение, средний сдвиг частиц.
87	Диффузия, уравнение стационарной диффузии Фика, коэффициент диффузии.
88	Осмос, осмотическое давление в дисперсных системах.
89	Проблема устойчивости дисперсных систем и понятия седиментационной и агрегативной устойчивости.
90	Седиментационная устойчивость и гипсометрический закон распределения частиц по высоте.
91	Расклинивающее давление и агрегативная устойчивость, теория ДЛФО.
92	Основные понятия и характеристики структурированных систем: свободнодисперсные и связнодисперсные системы, деформация и закон Юнга.
93	Ньютоновские и неньютоновские дисперсные системы.
94	Характеристики сыпучих материалов: адгезионный и аутогезионный процесс движения материалов.
95	Классификация способов получения дисперсных систем. Диспергирование и степень диспергирования, дробление и помол.
96	Получение дисперсных систем за счет конденсационных процессов: конденсация, десублимация и кристаллизация, изотермическая перегонка.
97	Распределение частиц дисперсных систем по размерам, дифференциальные кривые распределения, медианный и эквивалентный размер.
98	Седиментационный анализ суспензий.
99	Основные свойства зелей и суспензий. Гели и пасты, пептизация.
100	Свойства и устойчивость эмульсий. Получение, разрушение и применение эмульсий.
101	Свойства и устойчивость пен. Получение и применение пен.
102	Классификация, образование и свойства аэрозолей.
103	Основные характеристики. Твердые пены. Капиллярно – пористые тела.
104	Коллоидная химия ВМС. Структура макромолекул ВМС.

105	Свойства растворов ВМС. Набухание.
106	Студни и студнеобразование, свойства гелей и студней.
107	Особенности и классификация коллоидных ПАВ
108	Критическая концентрация мицеллообразования.
109	Моющее действие коллоидных ПАВ.
110	Применение ПАВ

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	Текущий рейтинг составляет 55-100 баллов
		«не зачтено»	Текущий рейтинг составляет 0-54 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Грызунов В.И	Физическая химия : учебное пособие / В. И. Грызунов, И. Р. Кузеев, Е. В. Пояркова [и др.]. – 3-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2019. – 251 с. – ISBN 978-5-9765-1963-3.	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
2	Гамеева О.С.	Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / О.С. Гамеева. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 328 с. – ISBN 978-5-8114-4869-2.	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3	Акулова Ю.П.	Физическая химия. Теория и задачи : учебное пособие / Ю.П. Акулова, С. Г. Изотова, О.В. Проскурина, И.А. Черепкова. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 228 с. – ISBN 978-5-8114-5340-5.	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
4	Кумыков, Р.М.	Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / Р.М. Кумыков, А.Б. Иттиев. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 236 с. – ISBN 978-5-8114-3519-7.	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
5	Нигматуллин, Н.Г.	Практикум по физической и коллоидной химии : учебное пособие / Н.Г. Нигматуллин, Е.С. Ганиева. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 116 с. – ISBN 978-5-8114-2885-4.	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
6	Свиридов В.В., Свиридов А.В.	Физическая химия : учебное пособие / В.В. Свиридов, А.В. Свиридов. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 600 с. – ISBN 978-5-8114-2262-3.	Учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»
7	Попова, А.А.	Физическая химия : учебное пособие / А.А. Попова, Т.Б. Попова. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 496 с. – ISBN 978-5-8114-1796-4.	Учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»
8	Гельфман, М.И.	Практикум по физической химии : учебное пособие / М.И. Гельфман. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2004. – 256 с. – ISBN 5-8114-0604-5.	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
9	Гамеева, О.С.	Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии : учебное пособие / О.С. Гамеева. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 192 с. – ISBN 978-5-8114-2453-5.	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
10	Остапенко Г.И.	Физическая химия: лабораторный практикум / сост. Г.И. Остапенко, О.Б. Григорьева, Е.В. Горовая. – Тольятти: ТГУ, 2012. – 224 с.	Лабораторный практикум	2012	100 экз. в Лаборатории Физическая и коллоидная химия
11	Остапенко Г.И.	Адсорбция поверхностно-активных веществ: Лабораторный практикум / сост. Г.И. Остапенко, О.Б. Григорьева, К.С. Тихомирова. – Тольятти: ТГУ, 2012. –112 с.	Лабораторный практикум	2012	100 экз. в Лаборатории Физическая и коллоидная химия

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

– **Бутлеровские сообщения.** Научный англо-русскоязычный химический журнал. Публикует статьи по основным разделам химии и смежным дисциплинам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей сайта доступен полнотекстовый архив с 1999 года: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>

– **Химия в интересах устойчивого развития.** В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>

– **Oriental Journal Of Chemistry.** Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Ac-dmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации УЛК-314	Переносной проектор, экран, столы ученические, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения	Стол ученический, стол преподавательский, стулья ученические, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. УЛК-812	в сеть Интернет.
3	Помещение для самостоятельной работы студентов. Г-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.