

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.03.01**

(индекс дисциплины)

**Основы химии твердых веществ (пластмасс)**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **11** **Общей и неорганической химии**

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: **18.03.01 Химическая технология**

Профиль подготовки: **Технология и переработка полимеров**

Уровень образования: **Бакалавриат**

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>144</b>		
	Аудиторные занятия	<b>56</b>		
	Лекции			
	Лабораторные занятия	28		
	Практические занятия	28		
	Самостоятельная работа	<b>88</b>		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	7		
	Контрольная работа			
	Курсовая работа	7		
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>4</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная							<b>4</b>			
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным  
государственным образовательным стандартом высшего образования  
по направлению подготовки 180301 Химическая технология

На основании учебных планов № b180301-12\_20-14  
b180301-3\_20-14

Кафедра-разработчик: Общей и неорганической химии

Заведующий кафедрой: Луканина Т.Л.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Физической и коллоидной химии

Заведующий кафедрой: Липин В.А.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области химии твердых веществ в химической технологии.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Расширить представление обучающихся о поверхностных свойствах твердых веществ и механизме сорбционных процессов, протекающих с их участием;
- Обучить студентов основам применения сорбционных процессов в химической технологии и в природоохранных мероприятиях;
- Научить студентов обоснованному подходу к оценке, выбору и практическому использованию твердых веществ в химической технологии.

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

Код Компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК - 3	готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	3
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) теорию химической связи в различных классах химических соединений; 2) физико- химическую сущность процессов химической технологии с применением сорбентов наполнителей, пигментов и других твердых веществ. Уметь: использовать основные химические и физические законы для понимания механизма сорбционных процессов; Владеть: 1) теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов; 2) экспериментальными методами определения физико-химических свойств твердых веществ и навыками обработки результатов этих измерений.		
ПК – 1	способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	3
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) основные этапы качественного и количественного химического анализа сорбентов; 2) теоретические основы синтеза твердых веществ с заданными свойствами; 3) принципы разработки методов анализа поверхностных свойств твердых веществ. Уметь: 1) осуществлять обоснованный подход к оценке, выбору и практическому использованию твердых веществ в химической технологии;		

Код Компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	2) оценивать эффективность сорбции на твердых веществах в технологических процессах; 3) организовать контроль качества выпускаемой продукции с использованием типовых методов	
Владеть: методами анализа эффективности сорбционных процессов и обработки их результатов.		

**1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:**

- Физическая химия (ОПК-3)
- Общая и неорганическая химия (ОПК-3)
- Органическая химия (ОПК-3)
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (ОПК-3)
- Коллоидная химия (ОПК-3)
- Материаловедение в технологии переработки полимеров (ОПК-3)
- Химическая защита материалов в технологии полимеров (ОПК-3)
- Водоподготовка в технологии переработки полимеров (ПК-1)
- Реагентные методы очистки воды технологии переработки полимеров (ПК-1)
- Электротехника и промышленная электроника (ПК-1)
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-1)
- Производственная практика (технологическая практика) (ПК-1)
- Переработка и применение полимеров (ПК-1)

## 2.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Теоретические основы химии твердых веществ полимеров</b>			
Тема 1. Состав и реакционная способность поверхности твердых веществ. Сорбционные процессы в полимерах. Механизм сорбционных процессов. Физическая сорбция и хемосорбция. Удельная поверхность твердых веществ и методы ее определения. Определение кислотно-основных свойств поверхности твердых веществ. Диффузионные процессы в полимерных материалах.	16		
Тема 2. Сорбенты: их классификация, состав, свойства и применение. Иониты: их классификация, строение и кислотно-основные свойства. Теория ионного обмена. Выбор оптимальных условий использования ионита. Адсорбция полимеров на твердых поверхностях.	18		
<b>Текущий контроль 1 Коллоквиум</b>	4		
<b>Учебный модуль 2. Химические технологии на основе сорбционных процессов.</b>			
Тема 3. Физико-химические характеристики сорбентов на примере полимеров: влажность, кажущийся объем, насыпной вес сорбента истинная плотность и коэффициента набухания ионита. Методы их определения.	12		
Тема 4. Технологические показатели полимерных сорбентов. Статическая, динамическая и полная обменные емкости ионитов. Методы их определения	14		
<b>Текущий контроль 2 Устный опрос</b>	2		
<b>Учебный модуль 3. Основные закономерности сорбционных процессов.</b>			
Тема 5. Кинетические свойства сорбентов. Константа скорости реакции ионного обмена.	18		
Тема 6. Сорбционное равновесие. Изотермы сорбции и их характеристики. Уравнение изотермы моно и полимолекулярной адсорбции. Определение максимальной сорбционной емкости сорбента. Зависимость обменной емкости от величины рН.	16		
<b>Текущий контроль 3. Коллоквиум.</b>	4		
<b>Учебный модуль 4. Химические технологии на основе сорбционных процессов</b>			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное	заочное обучение
Тема 7. Технология получения и применения твердых веществ с различными функциональными свойствами. Технология ионообменного синтеза заданного продукта. Синтез и модифицирование композиций с функцией сорбентов, наполнителей, пигментов.	10		
Тема 8. Сорбционные технологии с использованием твердых веществ в химической промышленности, экологии, медицине и фармацевтике. Сорбционные методы очистки воды и газов. Энтеросорбенты, теория и практика их использования. Полимерные сорбенты и носители.	6		
<b>Текущий контроль 4 Коллоквиум</b>	4		
<b>Курсовая работа</b>	16		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет</b>	4		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Не предусмотрено

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Методы и способы расчета удельной поверхности. Обработка результатов определения удельной поверхности сорбента по сорбции красителя (практическое занятие).	7	5				
2	Обработка результатов потенциметрического титрования сорбентов в Н-форме (практическое занятие)	7	4				
3	Обработка результатов определения физико-химических характеристик сорбентов (практическое занятие).	7	4				
4	Расчет статической и динамической обменных емкостей ионита (практическое занятие).	7	4				
5	Взаимосвязь механизма ионного обмена и кинетических кривых сорбции (на конкретных примерах). Константы скорости реакции ионного обмена (семинарское занятие).	7	4				
6	Виды и характеристики изотерм сорбционных процессов, используемых в химической технологии (семинарское занятие).	7	3				
7	Теория и практика получения многофункциональных сорбентов методом послойной фиксации функциональных групп (семинарское занятие).	7	2				
8	Сравнительный анализ	7	2				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	сорбционной активности энтеросорбентов к ионам тяжелых металлов (семинарское занятие).						
ВСЕГО:			<b>28</b>				

### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Определение удельной поверхности угля по адсорбции метиленового голубого.	7	4				
2	Изучение кислотно-основных свойств катионита КУ-2 методом потенциометрического титрования.	7	4				
3	Определение насыпного веса и коэффициента набухания сорбентов различных классов.	7	2				
4	Определение динамической обменной емкости ионитов по отношению к ионам тяжелых металлов.	7	3				
5	Изучение кинетики сорбции ионов тяжелых металлов на сорбентах различных классов.	7	6				
6	Изучение сорбции тяжелых металлов в зависимости от концентрации их растворов.	7	6				
7	Синтез модифицированных сорбентов с использованием аммиаков тяжелых металлов.	7	3				
ВСЕГО:			28				

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

### 4.1. Цели и задачи курсовой работы

#### Цель:

закрепить знания и навыки оценки физико-химических свойств поверхности твердых веществ с целью применения их в конкретных условиях технологического процесса.

#### Задачи:

- научить студентов обоснованному подходу к оценке, выбору и использованию наполнителей, пигментов и сорбентов в конкретных технологических процессах.
- продемонстрировать студентами умение использовать знания теории сорбционных процессов и навыков определения физико-химических характеристик твердых веществ в решении реальной проблемы получения нового продукта с заданными свойствами.
- закрепить навыки оценки эффективности сорбционных процессов.

- продемонстрировать студентами умение объяснять и обобщать результаты анализа нового процесса или свойств получаемого продукта.

#### 4.2. Тематика курсовой работы

- синтез и модифицирование композиций с функцией сорбентов, наполнителей, пигментов, носителей с заданными свойствами;
- определение показателей качества твердых веществ с определенной функцией различного гексалоогического назначения;
- лабораторная апробация сорбционных технологий в технологических процессах.

#### 4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется обучающимися индивидуально или в составе группы из двух человек. Проведению исследовательских работ должен предшествовать этап поиска научной, учебной и нормативной литературы с обязательным использованием ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

При выполнении курсовой работы обучающийся должен использовать методические указания и учебные пособия кафедры, в том числе на сайте ВШТЭ <http://nizrp.narod.ru/> в разделе кафедры «Общей и неорганической химии» в соответствии с методикам анализа, выбранными для проведения исследований по теме курсовой работы.

Проведение практических исследований должно осуществляться с использованием химических и физико-химических методов анализа на основе лабораторного оборудования для титрования и приборов, которыми оснащена лаборатория кафедры О и НХ:

спектрофотометр СФ-2000

фотоэлектро-колориметры КФК-2, КФК-3, ФЭК 56-М

установка для потенциометрического титрования с применением рН – метров марки ИПЛ – 301  
высокочастотный титратор ТВ-6Л.

газовый хроматограф Цвет-100.

кондуктометр марки Эксперт – 002

анализатор вольтамперометрический АКВ – 07 МК

система капиллярного электрофореза Капель 103 Р.

На основании проведенных исследований обучающийся должен обобщить результаты курсовой работы, сформулировать выводы и разработать конкретные рекомендации по достижению поставленных цели и задач.

Результаты курсовой работы представляются в печатном виде в объеме не менее 8 листов машинописного текста, содержащего следующие обязательные элементы:

- форма предоставления результатов – отчет;
- объем текста в печатных листах – не менее 0,5;
- обязательные элементы содержания работы: введение, литературный обзор, экспериментальная часть, обсуждение результатов работы, выводы, библиографический список.

### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,3,4	Коллоквиум	7	3				
2	Устный опрос	7	1				

### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер Семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	7	42				
Подготовка к практическим и	7	26				

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер Семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
лабораторным занятиям						
Выполнение курсовой работы	7	16				
Подготовка к зачету	7	4				
		88				

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрены

### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Мелихов И.В. Физико-химическая эволюция твердого вещества [Электронный ресурс]/ Мелихов И.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 310 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6515>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Кудина Л.И. Прикладные задачи динамики твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудина Л.И., Власов Ю.Л.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 118 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33652>.— ЭБС «IPRbooks»

#### б) дополнительная учебная литература

3. Волинский А.Л. Роль поверхностных явлений в структурно-механической поведении твердых полимеров [Электронный ресурс]/ Волинский А.Л., Бакеев Н.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014.— 534 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30195>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гусев А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12979>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Потенциометрия: учебно-методическое пособие / Комиссаренков А.А, Пругло Г.Ф., Федоров В.А. - СПб.: Изд-во СПбГТУ РП, 2013. -64 с. Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/potenz.pdf>. — ЭБС ВШТЭ

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Оптические методы анализа: учебно-методическое пособие/ Пругло Г.Ф., Комиссаренков А.А., Фёдоров В.А. ГОУВПО СПбГТУРП.-СПб., 2010. -52 с. Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metodoptika.htm>. — ЭБС ВШТЭ

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://window.edu.ru>;
2. <http://e.lanbook.com/books/>;
3. <http://biblioclub.ru/>.
4. [http://vestnik.mstu.edu.ru/v09\\_5\\_n25/articles/31\\_kalsi.pdf](http://vestnik.mstu.edu.ru/v09_5_n25/articles/31_kalsi.pdf)
5. <http://xn----7sbabno2abl4a9aggb.xn--p1ai/oborudovanie/sorbcionnaa-tehnologia-ochistki-proizvodstvennyh-i-poverhnostno-livnevnyh-stokov.html>
6. [http://www.plasty-top.ru/articles/sorbtsionnye\\_tekhnologii\\_v\\_sovremennoy\\_medsine.htm](http://www.plasty-top.ru/articles/sorbtsionnye_tekhnologii_v_sovremennoy_medsine.htm)



**8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

**8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Специализированная учебная лаборатория  
Учебная аудитория с мультимедийным комплексом.

**8.6. Иные сведения и (или) материалы**

Комплект плакатов, демонстрирующих принцип работы приборов, имеющихся в лаборатории; наглядные пособия: принципиальная схема фотокolorиметра ФЭК-56М, хроматографа; вид кривых титрования, полученных различными ФХМА; классификация электродов.

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают теоретические основы дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса дисциплины. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;</li> <li>• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</li> <li>• Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе.</li> </ul> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо обратиться с вопросом к преподавателю</p>
Практические занятия	<p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, навыками подготовки аналитических отчетов по соответствующей тематике; навыками работы в малых группах. Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• работа с конспектом лекций;</li> <li>• просмотр рекомендуемой литературы,</li> <li>• ознакомления с методами обработки результатов проводимых экспериментов.</li> </ul>
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные работы способствуют развитию навыков аналитических измерений с помощью химических и физико-химических методов анализа, применяемых для контроля сорбционных процессов в химической технологии. На лабораторных работах студентам предлагается использовать современные приборы и сетевые компьютерные технологии при обработке результатов аналитических определений. В результате проведения лабораторного занятия обучающиеся должны усвоить методику анализа, понять принцип ее разработки и научиться применять ее в химических системах сходного типа. Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ, расположенных в разделе кафедры «Общей и неорганической химии» на сайте библиотеки ВШТЭ <a href="http://nizrp.narod.ru/">http://nizrp.narod.ru/</a>. Ход работы и экспериментальные результаты должны быть подробно описаны,</p>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	построены необходимые графики, проведена статистическая обработка экспериментальных данных.
Самостоятельная работа	Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и собственного конспекта при подготовке к лабораторным работам, коллоквиумам, зачету и выполнению курсовой работы. Самостоятельная работа учащегося проводится индивидуально; при возникновении вопросов – совместно с преподавателем. При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций, собственных конспектов при подготовке к коллоквиумам, отчеты по лабораторным работам, рекомендуемую литературу и получить консультацию у преподавателя.

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-3(3)	<p>Демонстрирует знание теории химической связи в различных классах химических соединений и понимание физико- химической сущности процессов химической технологии с применением сорбентов наполнителей, пигментов и других твердых веществ.</p> <p>Проявляет умение использовать основные химические и физические законы для понимания механизма сорбционных процессов.</p> <p>Демонстрирует владение теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов. Показывает владение навыками обработки результатов определения физико-химических свойств твердых веществ.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое типовое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету (36 вопросов).</p> <p>2. Практические типовые задания к зачету (28задач)</p>
ПК- 1(3)	<p>Излагает основные этапы качественного и количественного анализа сорбентов, теоретические основы синтеза твердых веществ с заданными свойствами и принципы разработки методов анализа поверхностных свойств твердых веществ.</p> <p>Показывает умение осуществлять обоснованный подход к оценке, выбору и практическому использованию твердых веществ в химической технологии и оценивать эффективность сорбции на твердых веществах в технологических</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое типовое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету (58 вопросов)</p> <p>2. Практические типовые задания к зачету (28задач)</p>

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	процессах. Демонстрирует владение методами обработки результатов определения эффективности сорбционных процессов.		

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций.

#### Зачёт

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
	Устное собеседование
Зачтено	Обучающийся показывает достаточный уровень знания теоретических основ сорбционных процессов и технологий на их основе; свободно ориентируется в основных понятиях и терминах дисциплины; своевременно выполнил все лабораторные работы и практические задания; сделал и защитил курсовую работу, допуская не принципиальные ошибки.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; не выполнил (или частично выполнил) лабораторные работы и практические задания; не сделал или не смог защитить курсовую работу; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.

#### Курсовая работа

Оценка	Критерии оценивания сформированности компетенций
Отлично	Обучающийся показывает глубокие знания всех разделов дисциплины при выполнении и защите курсовой работы. Студент усвоил основную и проработал самостоятельно большой объем дополнительной литературы по теме курсовой работы. Экспериментальную часть выполнил на высоком уровне и в срок. При выполнении работы обучающийся проявлял самостоятельность и творческий подход. Активно участвовал в обсуждении результатов курсовой работы, смог дать на защите теоретическое обоснование полученных данных. Самостоятельно сформулировал основные выводы и рекомендации; оформил пояснительную записку и графический материал в полном объеме в соответствии с требованиями оформления.
Хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний дисциплины при выполнении курсовой работы. Усвоил основную и проработал определенный объем дополнительной литературы по теме курсовой работы. Экспериментальную часть работы выполнил качественно и в срок. Однако не проявлял инициативы и самостоятельности при выполнении и обсуждении результатов работы. При оформлении пояснительной записки и графического материала не всегда соблюдал требования оформления. На защите работы студентом даны недостаточно четкие ответы на вопросы.
Удовлетворительно	При выполнении курсовой работы обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме. Экспериментальную часть работы выполнил не достаточно качественно, с отсрочкой. Не смог самостоятельно сделать выводы по проделанной работе. При оформлении пояснительной записки и графического материала студент допускает небрежность; допускает неточные ответы на вопросы при защите.

Оценка	Критерии оценивания сформированности компетенций
Неудовлетворительно	При выполнении курсовой работы обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала. Работа выполнена в неполном объеме, допущены принципиальные ошибки в расчетах; оформление пояснительной записки и графических материалов не соответствует требованиям оформления; студентом не даны ответы на вопросы при защите.

**10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Сорбционное взаимодействие. Понятия: сорбция и адсорбция, сорбаты и сорбенты.	1
2	Причины, механизм и термодинамика сорбционных процессов. Энергия Гиббса.	1
3	Природа сорбционных сил. Физическая сорбция и хемосорбция. Энергия сорбционного взаимодействия. Обратимость сорбционных процессов.	1
4	Состав и реакционная способность поверхности твердых веществ.	1
5	Поверхностная активность. Поверхностно активные и поверхностно инактивные вещества.	1
6	Ионообменная сорбция.	1
7	Удельная поверхность твердых веществ, как критерий оценки поверхностной активности сорбента.	1
8	Методы определения удельной поверхности твердых материалов.	1
9	Определения активности угля по йодному числу и по адсорбции красителей.	1
10	Сорбенты, их состав и структура. Матрица, функциональные группы сорбентов.	2
11	Пористая структура твердых веществ. Классификация сорбентов по размеру и однородности пор.	2
12	Классификация сорбентов по природе и происхождению исходного сырья. .Примеры.	2
13	Иониты, их строение, состав и свойства.	2
14	Механизм ионообменного взаимодействия.	2
15	Природные и синтетические иониты. Полимеризационные и поликонденсационные ионообменные смолы.	2
16	Классификация ионитов по знаку заряда обменивающихся ионов и степени диссоциации функциональных групп.	2
17	Структурная классификация ионитов.	2
18	Физико-химические характеристики сорбентов, методы их определения.	3
19	Набухаемость органических ионитов. Факторы, влияющие на этот показатель.	3
20	Критерии и методы оценки набухания ионитов.	3
21	Технологические показатели сорбентов и методы их определения	4
22	Статическая и динамическая обменная емкость ионитов. Методы их оценки.	4
23	Полная динамическая обменная емкость и способ ее определения.	4
24	Влияние pH на обменную емкость катионитов, анионитов и амфотерных ионитов различной силы	4
25	Кинетические свойства сорбентов и критерии их оценки.	5
26	Кинетические кривые сорбции, их построение и анализ.	5
27	Механизм, основные стадии и кинетика ионного обмена.	5
28	Определение лимитирующей стадии ионного обмена методом прерывания сорбции.	5
29	Характеристика внутридиффузионных процессов сорбции. Коэффициент диффузии.	5
30	Математическое моделирование кинетики сорбции.	5
31	Сорбционное равновесие. Равновесие ионного обмена.	6
32	Изотермы сорбции, их построение, формы и анализ	6
33	Классификация изотерм сорбции. Выбор модели изотермы сорбции.	6
34	Уравнение изотермы Ленгмюра для мономолекулярной адсорбции. Константа адсорбционного равновесия	6
35	Физический смысл констант в уравнении Ленгмюра	6
36	Определение предельной емкости монослоя сорбента.	6
37	Изотерма адсорбции Фрейдлиха на неоднородной поверхности твердого вещества.	6
38	Уравнение изотермы Фрейдлиха и вычисление ее констант.	6
39	Границы применимости этого уравнения Фрейдлиха.	6

40	Ступенчатые изотермы полимолекулярной адсорбции. Уравнение Фрумкина	6
41	Критерии оценки природы сорбционного взаимодействия на основе кинетических кривых и изотерм сорбции	6
42	Методы поверхностного модифицирования твердых веществ.	7
43	Хемосорбционная модификация поверхности твердых веществ.	7
44	Получение многофункциональных сорбентов методом послойной фиксации функциональных групп	7
45	Поверхностная модификация твердых веществ методом электромагнитной обработки.	7
46	Синтез и модифицирование композиций с функцией сорбентов, наполнителей, пигментов.	7
47	Ионообменный синтез сорбента с заданными свойствами	7
48	Типовые методы ионообменного получения электролитов различных классов и свойств.	7
49	Применение сорбентов в химической технологии органических и неорганических веществ,	8
50	Применение сорбентов в производстве, минеральных удобрений. .	8
51	Назначение и использование сорбентов в гидрометаллургической промышленности.	8
52	Сорбционные технологии для подготовки воды в теплоэнергетике и в химической промышленности:	8
53	Сорбционные методы очистки сточных вод от ионов жесткости и тяжелых металлов.	8
54	Применение наполнителей, пигментов и носителей, обладающих сорбционной функцией в технологии ЦБП.	8
55	Выбор сорбента для очистки органических препаратов от примесей.	8
56	Применение сорбционных процессов в медицине и фармакологии.	8
57	Сорбционные методы концентрирования и очистки крови	8
58	Энтеросорбенты на основе целлюлозосодержащих материалов	8

#### 10.2.2. Вариант типовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	<p>Рассчитайте удельную поверхность двуокиси титана по адсорбции азота при 750 К по линейному уравнению БЭТ, найдите <math>A_{\infty}</math> и <math>C</math>, на основании следующих данных:</p> <p><math>P \cdot 10^{-2}</math>, Па    60,94    116,41    169,34    218,65    272,25;</p> <p><math>A</math>, моль/кг    0,367    0,117    0,467    0,512    0,567 ,</p> <p>если давление насыщенного пара азота при указанной температуре <math>P_s = 78,3 \cdot 10^3</math> Па, площадь, занимаемой одной молекулой азота <math>S_0 = 0,16</math> нм<sup>2</sup>.</p>	$36,51 \cdot 10^3$ м <sup>2</sup> /кг.
2	<p>Удельная поверхность непористой сажи равна 73,7 м<sup>2</sup>/кг. Рассчитайте площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое, исходя из данных об адсорбции бензола на этом адсорбенте при 293:</p> <p><math>P</math>, Па    1,03    1,29    1,74    2,50    6,67</p> <p><math>A \cdot 10^2</math>, моль/кг    1,57    1,94    2,55    3,51    7,58. Предполагается, что изотерма адсорбции описывается уравнением Ленгмюра.</p>	0,48 нм <sup>2</sup>
3	<p>К 3,0 г катионита в Н<sup>+</sup> - форме добавлено 100 мл 0,1525 м раствора гидроксида натрия. После установления равновесия концентрация гидроксидных ионов уменьшилась до 0,0255 м. Определите статическую обменную ёмкость катионообменника.</p>	СОЕ = 4,23 ммоль/г
4	<p>Рассчитайте насыпную плотность силикагеля, если массы пустого цилиндра объемом 100 см<sup>3</sup> и цилиндра, заполненного абсолютно сухим сорбентом равны 93,29 г и 150,55г</p>	573 г/дм <sup>3</sup>



устная

письменная

компьютерное тестирование

иная

### 10.3.3. Особенности проведения зачета и защиты курсовой работы

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля, на зачете отвечают на два теоретических вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут. Преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов.

На защите курсовой работы студент должен быть хорошо разбираться в тематике работы, её прикладном значении, методической и экспериментальной части. Преподаватель вправе задать несколько вопросов по выводам, сделанным на основе проведения литературного обзора и выполненной экспериментальной части. На беседу преподавателя со студентом выделяется не более 20 минут.