

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.ДВ.03.01</b> <small>(индекс дисциплины)</small>	<b>Сорбционные технологии переработки растительного сырья</b> <small>(Наименование дисциплины)</small>
--	---

Кафедра: **11** **Общей и неорганической химии**  
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: **18.03.01 Химическая технология**

Профиль подготовки: **Химическая и биотехнология переработки растительного сырья**

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>		<b>144</b>
	Аудиторные занятия	<b>56</b>		<b>18</b>
	Лекции			6
	Лабораторные занятия	28		
	Практические занятия	28		12
	Самостоятельная работа	<b>88</b>		122
	Промежуточная аттестация			<b>4</b>
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	7		6
	Контрольная работа			
	Курсовая работа	7		6
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>4</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						<b>4</b>				

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным  
государственным образовательным стандартом высшего образования  
по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология

На основании учебных планов №               b180301-12\_20  
  z180301-12\_20

---

Кафедра-разработчик: Общей и неорганической химии

Заведующий кафедрой: Луканина Т.Л.

**СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Технология бумаги и картона

Заведующий кафедрой: Смирнова Е.Г.

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 применения сорбционных процессов в химической технологии.

## 1.3. Задачи дисциплины

- раскрыть принципы сорбционных процессов;
- обучить студентов основам применения сорбционных процессов в химической технологии и экологии производства;
- научить студентов обоснованному подходу к оценке, выбору и практическому использованию сорбентов 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 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 сорбентов 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 анализа сорбентов; 2) теоретические основы синтеза сорбентов; 3) принципы разработки физико-химических методов анализа сорбентов. Уметь: 1) оценивать эффективность процессов сорбционных технологий; 2) осуществлять обоснованный подход к оценке, выбору и практическому использованию сорбентов в химической технологии; 3) организовать контроль качества выпускаемой продукции с использованием типовых методов анализа.		

Код Компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
Владеть: методами анализа эффективности сорбционных процессов		

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

- Общая и неорганическая химия (ОПК-3);
- Органическая химия (ОПК-3);
- Физическая химия (ОПК-3);
- Водоподготовка в химической технологии (ПК-1).
- Коллоидная химия (ОПК-3)
- Электротехника и промышленная электроника (ПК-1)
- Материаловедение в ЦБП (ОПК-3)
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (ПК-1)
- Производственная практика (технологическая практика) (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 сорбционных процессов.</b>			
Тема 1. Сорбционные процессы и технологии на их основе. Основные понятия и термины. Механизм сорбционных процессов. Физическая сорбция и хемосорбция. Удельная поверхность сорбентов, методы ее определения.	16		18
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.	18		16
<b>Текущий контроль 1 Коллоквиум</b>	4		
<b>Учебный модуль 2. Физико-химические свойства и технологические показатели сорбентов.</b>			
Тема 3. Физико-химические характеристики сорбентов. Влажность, кажущийся объем, насыпной вес сорбента. Истинная плотность и коэффициент набухания ионита. Методы их определения.	12		12
Тема 4. Технологические показатели сорбентов. Статическая, динамическая и полная обменные емкости ионитов. Методы их определения.	14		16
<b>Текущий контроль 2 Устный опрос</b>	2		2
<b>Учебный модуль 3. Основные закономерности сорбционных процессов.</b>			
Тема 5. Кинетические свойства сорбентов. Константа скорости реакции ионного обмена.	18		14
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		18
<b>Текущий контроль 3. Коллоквиум.</b>	4		
<b>Учебный модуль 4. Применение сорбентов в химической технологии.</b>			
Тема 7. Технология получения химических соединений на основе сорбционных процессов. Технология ионообменного синтеза заданного продукта. Выбор сорбента для очистки органических препаратов от примесей.	10		16
Тема 8. Сорбционные технологии в экологии и медицине. Сорбционные методы очистки воды и газов. Лекарственные препараты для детоксикации организма. Энтеросорбенты, теория и практика их использования.	6		10

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное	заочное обучение
Текущий контроль 4 Коллоквиум	4		
Курсовая работа	16		18
Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет	4		4
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		<b>144</b>

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1					6	0,5
2					6	1
3					6	0,5
4					6	0,5
5					6	1
6					6	1
7					6	1
8					6	0,5
						6

#### 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			6	4
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				2
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			6	4
7	Теория и практика получения многофункциональных сорбентов методом послойной фиксации	7	2			6	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)
	функциональных групп (семинарское занятие).						
8	Сравнительный анализ сорбционной активности энтеросорбентов к ионам тяжелых металлов (семинарское занятие).	7	2				
ВСЕГО:			<b>28</b>				<b>12</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 аммиакатов тяжелых металлов.	7	3				
ВСЕГО:			28				

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

### 4.1. Цели и задачи курсовой работы

#### Цель:

закрепить знания и навыки использования сорбционных процессов в химической технологии.

#### Задачи:

- научить студентов обоснованному подходу к оценке, выбору и использованию сорбентов в конкретном технологическом процессе.
- продемонстрировать студентами умение использовать знания теории сорбционных процессов в решении реальной проблемы получения нового продукта, очистки сточных вод и газов.

- 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 сорбентов с заданными свойствами
- модифицирования неорганических сорбентов с целью повышения их сорбционной активности.
- оценка свойств твердых веществ (сорбентов, носителей, наполнителей и др.)
- применение сорбентов в аналитической химии:
- технология ионообменного синтеза заданных продуктов.
- сорбционные технологии для подготовки воды в теплоэнергетике и в химической промышленности
- выбор сорбента для очистки органических препаратов от примесей
- применение наполнителей, пигментов носителей, обладающих сорбционной функцией в технологии ЦБП.

#### 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-колориметров 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 поставленной 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	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			6	88
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	7	26			6	16
Выполнение курсовой работы	7	16			6	18
Подготовка к зачету	7	4			6	4
		88				122+4

## 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. Комиссаренков А.А. Сорбционные технологии. Определение свойств сорбентов.[Текст]:учебно-методическое пособие/ А.А.Комиссаренков , О.В.Федорова.-СПб СПбГТУРП, 2015.- 44с.— Режим доступа:<http://nizrp.narod.ru/metod/kaftbik/9.pdf>
2. Валова (Копылова) В.Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум/ Валова (Копылова) В.Д., Паршина Е.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2015.— 199 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10905>.— ЭБС «IPRbooks»

#### б) дополнительная учебная литература

3. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. Учебное пособие/ В.А. Чиж [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2012.— 159 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20204>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Федоров В.А. Аналитическая химия. Введение в количественный анализ. [Текст]: учебное пособие/ В.А. Федоров, А.А. Комиссаренков. - СПб.: СПбГТУРП, 2011.- 45 с. - Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/achkolanaliz.htm>. – ЭБС ВШТЭ

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

1. 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
- а. 2. 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-livnevyyh-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)  
 7. [http://uvelir.info/books/osnovy\\_sorbcionnoi\\_tekhnologii\\_izvlechenija\\_zolota\\_i\\_serebra\\_iz\\_rud/](http://uvelir.info/books/osnovy_sorbcionnoi_tekhnologii_izvlechenija_zolota_i_serebra_iz_rud/)

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

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 аналитической химии и ФХМА с необходимым оборудованием: спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301, хроматограф Цвет 100, высокочастотные титраторы, анализатор вольтамперометрический АКВ – 07 МК, прибор для капиллярного электрофореза «Капель 3».

Учебная аудитория с мультимедийным комплексом.

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

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

Комплект плакатов, демонстрирующих принцип работы приборов, имеющихся в лаборатории; наглядные пособия: принципиальная схема фотоколориметра 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 контроля сорбционных процессов в химической технологии. На лабораторных работах студентам предлагается использовать современные приборы и сетевые компьютерные технологии при обработке</p>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	<p>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.</p> <p>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>.</p> <p>Ход работы и экспериментальные результаты должны быть подробно описаны, построены необходимые графики, проведена статистическая обработка экспериментальных данных.</p>
Самостоятельная работа	<p>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.</p> <p>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.</p>

## 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 физико-химической сущности процессов химической технологии с применением сорбентов.</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 сорбентов</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое типовое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету (35 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 сорбентов и принципы разработки физико-химических методов их анализа.</p> <p>Показывает умение оценивать эффективность процессов сорбционных</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое типовое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету (60 вопросов)</p> <p>2. Практические типовые задания к зачету (28 задач)</p>

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	технологий, осуществлять обоснованный подход к оценке, выбору и практическому использованию сорбентов в химической технологии и организовать контроль качества выпускаемой продукции с использованием типовых методов анализа. Демонстрирует владение методами анализа 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.

Оценка	Критерии оценивания сформированности компетенций
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.
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	Поверхностная активность. Поверхностно активные и поверхностно инактивные вещества.	1
5	Ионообменная сорбция.	1
6	Удельная поверхность материала, как критерий оценки поверхностной активности сорбента.	1
7	Методы определения удельной поверхности твердых материалов.	1
8	Определения активности угля по йодному числу и по адсорбции красителей.	1
9	Сорбенты, их состав и структура. Матрица, функциональные группы сорбентов.	2
10	Пористая структура сорбентов. Классификация сорбентов по размеру и однородности пор.	2
11	Классификация сорбентов по природе и происхождению исходного сырья. Примеры.	2
12	Иониты, их строение, состав и свойства.	2
13	Механизм ионообменного взаимодействия.	2
14	Природные и синтетические иониты. Полимеризационные и поликонденсационные ионообменные смолы.	2
15	Классификация ионитов по знаку заряда обменивающихся ионов и степени диссоциации функциональных групп.	2
16	Структурная классификация ионитов.	2
17	Физико-химические характеристики сорбентов, методы их определения.	3
18	Набухаемость органических ионитов. Факторы, влияющие на этот показатель.	3
19	Критерии и методы оценки набухания ионитов.	3
20	Технологические показатели сорбентов и методы их определения	4
21	Статическая и динамическая обменная емкость ионитов. Методы их оценки.	4
22	Полная динамическая обменная емкость и способ ее определения.	4
23	Влияние pH на обменную емкость катионитов, анионитов и амфотерных ионитов	4

	различной силы	
24	Кинетические свойства сорбентов и критерии их оценки.	5
25	Кинетические кривые сорбции, их построение и анализ.	5
26	Механизм, основные стадии и кинетика ионного обмена.	5
27	Определение лимитирующей стадии ионного обмена методом прерывания сорбции.	5
28	Характеристика внутридиффузионных процессов сорбции. Коэффициент диффузии.	5
29	Математическое моделирование кинетики сорбции.	5
30	Сорбционное равновесие. Равновесие ионного обмена.	6
31	Изотермы сорбции, их построение, формы и анализ	6
32	Классификация изотерм сорбции. Выбор модели изотермы сорбции.	6
33	Уравнение изотермы Ленгмюра для мономолекулярной адсорбции. Константа адсорбционного равновесия	6
34	Физический смысл констант в уравнении Ленгмюра	6
35	Определение предельной емкости монослоя сорбента.	6
36	Изотерма адсорбции Фрейндлиха на неоднородной поверхности сорбента.	6
37	Уравнение изотермы Фрейндлиха и вычисление ее констант.	6
38	Границы применимости этого уравнения Фрейндлиха.	6
39	Ступенчатые изотермы полимолекулярной адсорбции. Уравнение Фрумкина	6
40	Критерии оценки природы сорбционного взаимодействия на основе кинетических кривых и изотерм сорбции	6
41	Методы поверхностного модифицирования сорбционных материалов.	7
42	Хемосорбционная модификация поверхности сорбентов.	7
43	Получение многофункциональных сорбентов методом послойной фиксации функциональных групп	7
44	Поверхностная модификация сорбентов методом электромагнитной обработки.	7
45	Применение сорбентов в химической технологии органических и неорганических веществ,	7
46	Применение сорбентов в производстве, минеральных удобрений. .	7
47	Назначение и использование сорбентов в гидрометаллургической промышленности.	7
48	Типовые методы ионообменного получения электролитов различных классов и свойств.	7
49	Сорбционные технологии для подготовки воды в теплоэнергетике и в химической промышленности:	7
50	Сорбционные методы очистки сточных вод от ионов жесткости и тяжелых металлов.	7
51	Ионообменный синтез сорбента с заданными свойствами	7
52	Применение сорбентов в аналитической химии.	7
53	Применение наполнителей, пигментов и носителей, обладающих сорбционной функцией в технологии ЦБП	7
54	Выбор сорбента для очистки органических препаратов от примесей.	7
55	Применение сорбционных процессов в медицине и фармакологии. сорбционные методы концентрирования и очистки крови	8
56	Использование ионообменников в санитарно – гигиенической практике и медицине	8
57	Сорбционные методы концентрирования и очистки крови	8
58	Сорбционные методы очистки и выделения вирусов.	8
59	Сорбционные свойства энтеросорбентов.	8
60	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 \text{ нм}^2</math> .</p>	$36,51 \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

2	Удельная поверхность непористой сажи равна $73,7 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Рассчитайте площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое, исходя из данных об адсорбции бензола на этом адсорбенте при 293: P, Па 1,03 1,29 1,74 2,50 6,67 $A \cdot 10^2$ , моль/кг 1,57 1,94 2,55 3,51 7,58. Предполагается, что изотерма адсорбции описывается уравнением Ленгмюра.	$0,48 \text{ нм}^2$
3	К 3,0 г катионита в $\text{H}^+$ - 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.	COE = 4,23 ммоль/г
4	Рассчитайте насыпную плотность силикагеля, если массы пустого цилиндра объемом $100 \text{ см}^3$ и цилиндра, заполненного абсолютно сухим сорбентом равны 93,29 г и 150,55г	$573 \text{ г/дм}^3$
5	Через колонку, заполненную катионитом массой 10 г, пропустили 250,0 мл 0,08 М $\text{CuSO}_4$ . Выходящие из колонки порции раствора по 50,0 мл титровали 0,1 н. раствором тиосульфата натрия ( $f_{\text{экв}} = 1$ ) и получили следующие результаты: Порция раствора 1 2 3 4 5 Расход тиосульфата на титрование, мл . 0 12,00 25,00 39,20 39,20 Вычислите динамическую емкость катионита по меди (ммоль/г), принимая во внимание молярную эквивалентную массу металла.	1,69 ммоль ( $\frac{1}{2}\text{Cu}^{2+}$ )/г.
6	К 2 л сточной воды добавили 10 г катионита КУ-2-8 и установили pH 6. Известно, что в этих условиях ионы $\text{Cu}^{2+}$ и $\text{Ni}^{2+}$ сорбируются с коэффициентами распределения 1000 и 300 г/мл соответственно. После десорбции в концентрате химическим анализом обнаружено 35,0 мг $\text{Cu}^{2+}$ и 7,3 мг $\text{Ni}^{2+}$ . Какова концентрация этих ионов в сточной воде?	$C(\text{Ni}^{2+}) = 6,1 \text{ мг/л}$ ; $C(\text{Cu}^{2+}) = 21 \text{ мг/л}$ .
7	Какая масса $\text{Co}^{2+}$ останется в растворе, если через хроматографическую колонку, заполненную 5 г катионита в $\text{H}^+$ – форме, пропустили 200,0 мл 0,1 н раствора $\text{CoCl}_2$ . Полная динамическая емкость катионита равна 1,60 мэкв/г.	0,3536г
8	Навеску 5100 г золотосодержащей руды растворили полностью в 10 л цианид – содержащего раствора. Затем 1000 мл этого раствора пропустили через колонку, содержащую 10 г активированного угля, который количественно сорбирует золото. Уголь сожгли. Его вес после сжигания составил 0,5378 г. Зола подвергли анализу методом пробирной плавки и определили, что она содержит 0,0015 г золота. Найдите содержание золота в руде, угле и золе, а также степень его концентрирования (по отношению к руде на всех этапах анализа).	$W_{\text{Au}}(\text{в руде}) = 2,94 \cdot 10^{-4} \%$ ; $W_{\text{Au}}(\text{в угле}) = 0,015 \%$ ; $W_{\text{Au}}(\text{в золе}) = 0,278 \%$ ; степень концентрирования = 1:51:946
9	Полная обменная емкость сухого сульфокатионита КУ-2-8 в $\text{Na}^+$ - форме равна 4,8 ммоль/г. Определите предельно возможное количество (г) кобальта (II) и бария (II), которое может сорбироваться из соответствующих растворов 1 г исходного ионита.	$m(\text{Co}^{2+}) = 0,14\text{г}$ $m(\text{Ba}^{2+}) = 0,33\text{г}$
10	Известно, что кремний сорбируется анионитом из 0,005 моль/л раствора HF на 80 %. При анализе питьевой воды 2 л её подкислили до указанного значения концентрации плавиковой кислотой и пропустили через колонку с анионитом. Далее анионит десорбировали 10 мл раствора NaOH и фотометрическим анализом обнаружили, что в последнем растворе концентрация кремния составляет 0,2 мг/л. Найти содержание кремния в питьевой воде и степень концентрирования его в щелочном растворе.	160 раз; $C(\text{Si}) = 0,00125 \text{ мг/л}$
11	ПДОЕ ионита по холестерину составляет 0,7 мкмоль/г. Определите массу	400г

	ионита, при пропускании через которую 100 мл плазмы крови с концентрацией холестерина 4,8 мкмоль/мл, концентрация его понижается до 2 мкмоль/мл.	
--	--	--

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

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.