

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.02 <i>(индекс дисциплины)</i>	Сорбционные технологии органического синтеза <i>(Наименование дисциплины)</i>
--	---

Кафедра: 11 <i>Код</i>	Общей и неорганической химии <i>(Наименование кафедры)</i>
Направление подготовки: 18.03.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	
Профиль подготовки: Химическая технология органических веществ	
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	144		
	Аудиторные занятия	56		
	Лекции			
	Лабораторные занятия	28		
	Практические занятия	28		
	Самостоятельная работа	88		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	7		
	Контрольная работа			
	Курсовая работа	7		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

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

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

и на основании учебного плана № b180301.12-12_20
b180301.12-3_20

Кафедра-разработчик: Общей и неорганической химии

Заведующий кафедрой: Луканина Т.Л.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.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
Планируемые результаты обучения 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
Планируемые результаты обучения 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		

Код Компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	анализа. 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);
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа в технологии органических веществ (ОПК-3);
- Физическая химия (ОПК-3);
- Коллоидная химия (ОПК-3);
- Материаловедение в технологии органических веществ (ОПК-3);
- Химическая защита материалов органического синтеза (ОПК-3);
- Электротехника и промышленная электроника (ПК-1);
- Технология органического синтеза (ПК-1);
- Водоподготовка в химической технологии (ПК-1);
- Реагентные методы очистки воды в технологии органических веществ (ПК-1);
- 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
Учебный модуль 1. Теоретические основы сорбционных процессов.			
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		
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		
Текущий контроль 1 Коллоквиум	4		
Учебный модуль 2. Физико-химические свойства и технологические показатели сорбентов.			
Тема 3. Физико-химические характеристики сорбентов. Влажность, кажущийся объем, насыпной вес сорбента. Истинная плотность и коэффициент набухания ионита. Методы их определения:	12		
Тема 4. Технологические показатели сорбентов. Статическая, динамическая и полная обменные емкости ионитов. Методы их определения.	14		
Текущий контроль 2 Устный опрос	2		
Учебный модуль 3. Основные закономерности сорбционных процессов.			
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. Кислотно-основное распределение центров адсорбции и методы его определения.	16		
Текущий контроль 3. Коллоквиум.	4		
Учебный модуль 4. Применение сорбентов в химической технологии.			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное	заочное обучение
Тема 7. Технология получения химических соединений на основе сорбционных процессов. Технология ионообменного синтеза заданного продукта. Выбор сорбента для очистки органических препаратов от примесей. Технологии разделения оптических изомеров и их применение в фармакологии. Энантиомерно чистые лекарства.	10		
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		
Текущий контроль 4 Коллоквиум	4		
Курсовая работа	16		
Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет	4		
ВСЕГО:	144		

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 сорбционной активности энтеросорбентов к ионам тяжелых металлов	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)
	металлов (семинарское занятие).						
ВСЕГО:			28				

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 аммиакаатов тяжелых металлов, и изучение влияния на свойства сорбентов внешнего магнитного поля.	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. 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)

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	40				
Подготовка к практическим занятиям	7	14				
Подготовка к лабораторным занятиям	7	14				
Выполнение курсовой работы	7	16				
Подготовка к зачету	7	4				
ВСЕГО:		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. 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
2. Оптические методы анализа: учебно-методическое пособие/ Пругло Г.Ф., Комиссаренков А.А., Федоров 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
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
7. 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.

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
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">• работа с конспектом лекций;• просмотр рекомендуемой литературы,• ознакомления с методами обработки результатов проводимых экспериментов.
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 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 http://nizrp.narod.ru/.</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. 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 (28 задач)</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 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.</p> <p>Демонстрирует владение методами анализа эффективности сорбционных процессов.</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>

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 неприципиальные 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.
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 различной силы	4
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

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 A_{∞} и C, на основании следующих данных:</p> <table> <tr> <td>$P \cdot 10^{-2}$, Па</td> <td>60,94</td> <td>116,41</td> <td>169,34</td> <td>218,65</td> <td>272,25;</td> </tr> <tr> <td>A, моль/кг</td> <td>0,367</td> <td>0,117</td> <td>0,467</td> <td>0,512</td> <td>0,567,</td> </tr> </table> <p>если давление насыщенного пара азота при указанной температуре $P_s = 78,3 \cdot 10^3$ Па, площадь, занимаемой одной молекулой азота $S_0 = 0,16$ нм².</p>	$P \cdot 10^{-2}$, Па	60,94	116,41	169,34	218,65	272,25;	A , моль/кг	0,367	0,117	0,467	0,512	0,567,	$36,51 \cdot 10^3$ м ² /кг.
$P \cdot 10^{-2}$, Па	60,94	116,41	169,34	218,65	272,25;									
A , моль/кг	0,367	0,117	0,467	0,512	0,567,									
2	<p>Удельная поверхность непористой сажи равна 73,7 м²/кг. Рассчитайте площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое, исходя из данных об адсорбции бензола на этом адсорбенте при 293:</p> <table> <tr> <td>P, Па</td> <td>1,03</td> <td>1,29</td> <td>1,74</td> <td>2,50</td> <td>6,67</td> </tr> <tr> <td>$A \cdot 10^2$, моль/кг</td> <td>1,57</td> <td>1,94</td> <td>2,55</td> <td>3,51</td> <td>7,58.</td> </tr> </table> <p>Предполагается, что изотерма адсорбции описывается уравнением Ленгмюра.</p>	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.	0,48 нм ²
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.									
3	<p>К 3,0 г катионита в Н⁺ - 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>	COE = 4,23 ммоль/г												
4	<p>Рассчитайте насыпную плотность силикагеля, если массы пустого цилиндра объемом 100 см³ и цилиндра, заполненного абсолютно сухим сорбентом равны 93,29 г и 150,55г</p>	573 г/дм ³												
5	<p>Через колонку, заполненную катионитом массой 10 г, пропустили 250,0 мл 0,08 М CuSO₄. Выходящие из колонки порции раствора по 50,0 мл титровали 0,1 н. раствором тиосульфата натрия ($f_{\text{экв}} = 1$) и получили следующие результаты:</p> <table> <tr> <td>Порция раствора</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Расход тиосульфата на титрование, мл</td> <td>0</td> <td>12,00</td> <td>25,00</td> <td>39,20</td> <td>39,20</td> </tr> </table> <p>Вычислите динамическую емкость катионита по меди (ммоль/г), принимая во внимание молярную эквивалентную массу металла.</p>	Порция раствора	1	2	3	4	5	Расход тиосульфата на титрование, мл	0	12,00	25,00	39,20	39,20	1,69 ммоль ($\frac{1}{2}\text{Cu}^{2+}$)/г.
Порция раствора	1	2	3	4	5									
Расход тиосульфата на титрование, мл	0	12,00	25,00	39,20	39,20									
6	<p>К 2 л сточной воды добавили 10 г катионита КУ-2-8 и установили pH 6. Известно, что в этих условиях ионы Cu²⁺ и Ni²⁺ сорбируются с коэффициентами распределения 1000 и 300 г/мл соответственно. После десорбции в концентрате химическим анализом обнаружено 35,0 мг Cu²⁺ и 7,3 мг Ni²⁺. Какова концентрация этих ионов в сточной воде?</p>	C (Ni ²⁺) = 6,1 мг/л; C (Cu ²⁺) = 21 мг/л.												
7	<p>Какая масса Co(2+) останется в растворе, если через хроматографическую колонку, заполненную 5 г катионита в Н⁺ – форме, пропустили 200,0 мл 0,1 н раствора CoCl₂. Полная динамическая емкость катионита равна 1,60 мэкв/г.</p>	0,3536г												
8	<p>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).</p>	W _{Au} (в руде) = $2,94 \cdot 10^{-4}$ %; W _{Au} (в угле) = 0,015 %; W _{Au} (в золе) = 0,278 %; степень концентрирования = 1:51:946												

9	Полная обменная емкость сухого сульфокатионита КУ-2-8 в 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(Co ²⁺) = 0,14г m(Ba ²⁺) = 0,33г
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 (Si) = 0,00125 мг/л
11	ПДОЕ ионита по холестерину составляет 0,7 мкмоль/г. Определите массу ионита, при пропускании через которую 100 мл плазмы крови с концентрацией холестерина 4,8 мкмоль/мл, концентрация его понижается до 2 мкмоль/мл.	400г

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.