

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
аналитической химии



Елисеева Т.В.
подпись, расшифровка подписи
06.03.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.В.02 Методы исследования поверхности

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки:

04.04.01 Химия

2. Профиль подготовки: Химия

3. Квалификация (степень) выпускника: магистр

4. Форма образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Аналитической химии

6. Составители программы: Зяблов Александр Николаевич д.х.н., профессор

7. Рекомендована: НМС химического факультета № 10-02 от 13.02.2025

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2025 / 2026

Семестр: 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: ознакомление магистрантов с методами исследования поверхности твердофазных материалов: сорбентов, мембран, катализаторов и технологическими процессами с их применением.

Задачи факультативного курса:

- изучить современные аспекты развития методов исследования поверхности (ИК-спектроскопия, микроскопические методы, рентгеновская дифракция, адсорбционные методы исследования структуры, площади поверхности, пористости) твердофазных сорбентов, мембран и катализаторов;
- освоить методы и принципы сбора и систематизации информации о современных методах исследования поверхности и научиться формулировать цели и задачи для практического применения этих методов;
- овладеть практическими приемами и навыками выбора и применения методов исследования поверхности твердых образцов и использования полученных результатов в области химии.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Часть, формируемая участниками образовательных отношений, Факультативная дисциплина ФТД.В.02

Студенты для изучения курса должны освоить курсы аналитической химии, иметь представление об актуальных проблемах современной теоретической и экспериментальной химии; понимать их значение для развития науки и производства

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области химии	ПК-3.1	Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	Знать: принципы сбора и систематизации информации в процессе научно-исследовательской работы. Уметь: анализировать и сравнивать современные методы исследования поверхности, используя литературные данные. Владеть: основными приемами работы с печатными и цифровыми источниками информации при изучении методов исследования поверхности.
		ПК-3.2	Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Знать: современные аспекты развития методов исследования поверхности. Уметь: формулировать цели и задачи исследования по практическому применению методов исследования поверхности. Владеть: навыками выбора и практического применения методов исследования поверхности твердых образцов и использования полученных результатов в области химии.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) —
2 / 72

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) Зачет

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 1	№ семестра	...
Аудиторные занятия				
в том числе: лекции		36		
Самостоятельная работа		36		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)				
Итого:		72		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Введение.	Введение – Методы оценки характеристик поверхности твердых образцов. Решаемые задачи.
1.2	Теоретические основы физикохимии материалов	Твердофазные материалы. Основные понятия и определения. Теоретические основы физикохимии материалов. Химия поверхности.
1.3	Методы исследования материалов.	Методы исследования твердофазных материалов. Химические методы исследования.
1.4	Методы исследования материалов.	Спектральные методы исследования. Колебательная спектроскопия (ИК, Рамановская). Электронная спектроскопия. ЯМР-спектроскопия.
1.5	Методы исследования материалов.	Адсорбционные методы. Исследование адсорбционных равновесий. Метод низкотемпературной адсорбции газов (азот, криптон и др.)
1.6	Методы исследования материалов.	Другие методы исследования поверхности. Критическое поверхностное натяжение смачивания. Ртутная порометрия. Термические методы.
1.7	Применение материалов.	Применение твердофазных материалов. Применение в сорбции, мембранных технологиях, катализе
1.8	Основы гетерогенного катализа	Основы гетерогенного катализа: адсорбция, адсорбционная теория гетерогенного катализа, кинетика.
1.9	Модели гетерогенного катализа.	Модели гетерогенного катализа: классификация по электронной структуре; классификация по стерическим факторам; энергетические факторы.
1.10	Кислотно-основной гетерогенный катализ	Пример кислотно-основного гетерогенного катализа, структура цеолитов и их свойства.
1.11	Макрокинетика процессов	Макрокинетика процессов в сорбционных и каталитических динамических системах.
1.12	Избранные технологические процессы с применением катализаторов.	Избранные технологические процессы с применением катализаторов. Крекинг. Изомеризация. Алкилирование.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение.	3	–	–	3	6
	Теоретические основы физикохимии материалов	3			3	6
	Методы исследования материалов.	12			12	24
	Применение материалов.	3			3	6
2	Основы гетерогенного катализа	3	–	–	3	6
3	Модели гетерогенного катализа.	3	–	–	3	6
4	Кислотно-основной гетерогенный катализ	3	–	–	3	6
5	Макрокинетика процессов	3	–	–	3	6
6	Избранные технологические процессы с применением катализаторов.	3	–	–	3	6
	Итого:	36	–	–	36	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студенты выполняют задания преподавателя при подготовке к занятиям, пользуясь основной и дополнительной литературой, а также интернет-ресурсами. Одной из форм самостоятельной работы является написание рефератов.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа как форма организации учебной работы предусматривает следующие ее виды:

- повторение лекционного материала;
- изучение учебной, учебно-методической литературы и иных источников по методам исследования поверхности и их применению;
- подготовка и написание рефератов на заданные темы;
- подготовка к зачету.

Цель самостоятельной работы – это углубление и расширение знаний в области аналитической химии, методов исследования поверхности; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы.

В процессе изучения курса необходимо обратить внимание на самоконтроль знаний. С этой целью обучающийся после изучения каждой отдельной темы и затем всего курса по учебнику и дополнительной литературе должен проверить уровень своих знаний с помощью контрольных вопросов, которые помещены в конце каждой темы.

Для самостоятельного изучения отводятся темы, хорошо разработанные в учебных пособиях, научных монографиях и не могут представлять особенных трудностей при изучении.

Самостоятельная работа реализуется: непосредственно в процессе аудиторных занятий на кафедре; в библиотеке, дома.

Текущий контроль осуществляется в форме реферата.

Методические рекомендации по подготовке реферата

Реферат представляет собой письменный материал по определенной теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников. В нем в обобщенном виде представляется материал на определенную тему, включающий обзор соответствующих литературных и других источников. Содержание реферата должно быть логичным. Объем реферата до 20 страниц.

Целью написания рефератов является:

- привитие студентам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);
- привитие студентам навыков компактного изложения материалов по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;
- приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;
- выявление и развитие у студента интереса к методам исследования поверхности и их применению в различных областях с тем, чтобы они могли в дальнейшем использовать полученные знания и навыки в подготовке выпускной квалификационной работы и последующей трудовой деятельности.

Структура реферата:

- Титульный лист.
- Оглавление.
- Введение (дается постановка вопроса, объясняется выбор темы, ее значимость и актуальность, указываются цель и задачи реферата, даётся характеристика используемой литературы).
- Основная часть (состоит из глав и подглав и логически являются продолжением друг друга; допускается включение таблиц, графиков, схем, как в основном тексте, так и в качестве приложений).
- Заключение (подводятся итоги и даются обобщенные основные выводы по теме реферата, делаются рекомендации).
- Список литературы. (В списке литературы должно быть не менее 10 – 15 различных источников).

Критерии оценки реферата: соответствие теме; глубина проработки материала; правильность и полнота использования источников; владение терминологией; оформление реферата.

Методические рекомендации по подготовке к экзамену

При подготовке к зачету обучающийся должен повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе, используя конспект лекций и рекомендованную литературу. При необходимости может обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Сальников В.Д. <i>Современные методы аналитического контроля материалов : лаб. практикум</i> / В.Д. Сальников, И.В. Муравьева. - Москва : МИСиС, 2020. - 77 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_494.html
2	Кристиан Г. <i>Аналитическая химия: в 2 т.</i> / Г. Кристиан. – М.: БИНОМ, лаборатория знаний, 2009. – (лучший зарубежный учебник). - Т.2. - 504 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Киперман С. Л. <i>Основы химической кинетики в гетерогенном катализе</i> / С.Л. Киперман. — М. : Химия, 1979. — 349 с.
4	Нефедов В.И., Черепин В.Т. <i>Физические методы исследования поверхности твердых тел.</i> М.: Наука, 1983, 296с.
5	<i>Методы анализа поверхности/ Под ред А.Зандерны.</i> М.: Мир, 1979, 582с.
6	Вудраф Д., Делчар Т. <i>Современные методы исследования поверхности.</i> М.: Мир, 1989, 568с.
7	<i>Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хроматографии</i> / [Г.В. Лисичкин, Г.В. Кудрявцев, А.А. Сердан и др.]; Под ред. Г.В. Лисичкина. — М. : Химия, 1985. — 246
8	Томас Дж. <i>Гетерогенный катализ</i> / Дж. Томас, У. Томас ; Пер. с англ. Д.А. Кондратьева, М.В. Сердобова; Под ред. А.М. Рубинштейна. — М. : Мир, 1969. — 452 с.
9	Паукитис Е.А. <i>Инфракрасная спектроскопия в гетерогенном кислотном катализе</i> / Е.А. Паукитис. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. – 253 с.
10	J. Rouquerol, F. Rouquerol, K. S. W. Sing, P. Llewellyn, G. Maurin. <i>Adsorption by Powders and Porous Solids: Principles, Methodology and Applications</i> , Academic Press (2014).
11	Грег С. <i>Адсорбция, удельная поверхность, пористость</i> / С. Грег, К. Синг. – Москва : Мир, 1984. – 310 с.
12	<i>Перспективы синтеза и использования упорядоченных мезопористых материалов при сорбционно-хроматографическом анализе, разделении и концентрировании физиологически активных веществ (обзор)</i> / С.И. Карпов, Ф. Roessner, В.Ф. Селеменев, С.С. Гульбин, Н.А. Беланова, Е.В. Бородина, Е.О. Корабельникова, О.О. Крижановская, И.В. Недосекина // <i>Сорбционные и хроматографические процессы</i> . — Воронеж, 2013. — Т. 13, вып. 2. - С. 125-140.
13	<i>Структура и гидратация органо-неорганических композитных материалов на основе МСМ -41 по данным ИК-спектроскопии</i> / С.И. Карпов, Ф. Roessner, В.Ф. Селеменев, Л.С. Нечаева, Н.А. Беланова, Е.В. Бородина, А.Н. Харин, Ю.Д. Меркулова, Н.В. Белякова, Л.А. Синяева // <i>Сорбционные и хроматографические процессы</i> . — Воронеж, 2013. — Т. 13, вып. 3. - С. 273--283.
14	<i>Гетерогенный катализ : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специализации 011013 "Хим. кинетика и катализ" специальности 011000 "Химия"</i> / О.В. Крылов. — М. : Академкнига, 2004. — 679 с. : ил., табл. — (Классический университетский учебник XXI века). — Библиогр.: с. 665 - 668. — Предм. указ.: с. 669 - 676.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
15	http://www.lib.vsu.ru-3HE ВГУ
16	http://www.chemie.uni-oldenburg.de/
17	http://www.chemgapedia.de/vsengine/topics/de/viu/Chemie/Technische_00032Chemie/index.html
18	http://www.roessner.chemie.uni-oldenburg.de/
19	Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" https://edu.vsu.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Зяблов А.Н. <i>Физико-химические методы анализа. Практическое применение : учебное пособие</i> / А.Н. Зяблов, Н.В. Мироненко. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная

	книга», 2019. – 128 с.
2	Зяблов А.Н. Аналитическая зондовая микроскопия : учебное пособие для вузов / А. Н. Зяблов. - Воронеж : Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2018. - 128 с.
3	Зяблов А. Н. Локальный анализ поверхности гранул ионообменников : учебно-методическое пособие по курсу "Хроматографические и ионообменные методы разделения" / А.Н. Зяблов. – Воронеж: ВорГУ, 2006. –34 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение:

Для достижения цели освоения учебной дисциплины, повышения качества образования и формирования компетенций используются аудиторные (лекции, лабораторные) и внеаудиторные/интерактивные (самостоятельная работа студентов) формы обучения.

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) в части освоения лекционного материала, проведения текущей и промежуточной аттестации, проведения части лабораторных работ и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций, взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров. Для освоения дисциплины рекомендуется список литературы и ресурсы для электронного обучения (ЭО) (п. 15).

Аудиторные:

Основными видами аудиторной работы являются лекции и лабораторные работы. Они решают задачи формирования и развития профессиональных умений и навыков обучающихся.

Лекции включают в себя последовательное изложение материала преподавателем в том числе с использованием мультимедийного проектора для компьютерной презентации и видеоматериалов.

Внеаудиторные:

Работа в глобальной сети (использование Интернет-технологий), поиск научной и методической информации, написание реферата.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория ауд 451: Мультимедиа проектор BENQ, ноутбук 15 Toshiba
Лаборатории (447, 449, 450): Спектрофотометр СФ 46, Иономер-ЭВ-74, Фотоколориметр – КФК-2, Пламенный фотометр – ПАЖ-1
Лаборатория (453): Газовый хроматограф «Хром»-4, Аналитические весы OHAUS PA64C
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, компьютерный класс (ауд.271). компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет»

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

По решению кафедры оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре, но не ранее, чем на заключительном занятии. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать экзамен/зачет на общих основаниях.

На заключительном занятии проводится тестирование по владению компетенцией **ПК-3**.

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Введение.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	<i>Сообщение / Доклад / Презентация</i>
2	Теоретические основы физикохимии материалов	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	<i>Сообщение / Доклад / Презентация</i>
3	Методы исследования материалов.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	<i>Сообщение / Доклад / Презентация</i>
4	Применение материалов.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	<i>Сообщение / Доклад / Презентация</i>
5	Основы гетерогенного катализа	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	<i>Контрольная работа</i>
6	Модели гетерогенного катализа.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	<i>Контрольная работа</i>
7	Кислотно-основной гетерогенный катализ	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	<i>Контрольная работа</i>
8	Макрокинетика процессов	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	<i>Сообщение / Доклад / Презентация</i>
9	Избранные технологические процессы с применением катализаторов.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	<i>Сообщение / Доклад / Презентация</i>
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Собеседование по билетам

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции ПК-3:

Тестовые задания:

- 1) Укажите как меняется доля атомов, находящихся на поверхности сферической частицы с увеличением размера этой частицы.
 - a. Увеличивается.
 - b. **Уменьшается.**
 - c. не изменяется.
- 2) Удельную площадь поверхности можно оценить с использованием методов:
 - a. **Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ).**
 - b. **Баррета-Джойнера-Халенды (ВЖН).**
 - c. Бугера-Ламберта-Бера (БЛБ).
 - d. Ломакина-Шайбе (ЛШ).
- 3) Кремнеземы и цеолиты могут быть использованы
 - a. **В кислотно-основном гетерогенном катализе.**
 - b. **В сорбционных процессах выделения и разделения веществ.**
 - c. В 3D-принтерах.
 - d. В качестве квантовых компьютеров.

- 4) Применение колебательной спектроскопии при исследовании поверхности и материалов основано
 - a. **На взаимодействии вещества с электромагнитным излучением.**
 - b. На сорбции веществ твердофазными материалами.
 - c. На протекании электрохимической реакции на границе раздела фаз.
 - d. На протекании химической реакции (осадкообразования, протолиза, окисления-восстановления, комплексообразования).
- 5) При планировании исследования материалов и поверхности в первую очередь нужно
 - a. **Изучить литературу по теме исследования с использованием отечественных академических журналов и рейтинговых рецензируемых зарубежных журналов.**
 - b. **Провести критический анализ результатов НИР и НИОКР по теме исследования.**
 - c. Прочитать статьи с описанием материалов в Википедии.
 - d. «Погуглить» в интернете.
- 6) Укажите термин, характеризующийся следующим определением:
Объекты, размер которых хотя бы в одном измерении должен быть соизмерим с корреляционным радиусом того или иного физического явления (например, длины свободного пробега электронов, фононов, длины когерентности в сверхпроводнике, размером магнитного домена или зародыша твердой фазы). (**Наноматериалы**)
- 7) Укажите один из наиболее широко используемых химических методов исследования твердофазных материалов. (**титриметрия**).
- 8) Перечислите физико-химические методы исследования материалов и поверхности (**Спектральные методы исследования, Колебательная спектроскопия (ИК, КР), ЯМР-спектроскопия**)
- 9) Укажите физические методы, широко используемые при локальном анализе и исследовании поверхности (**Рентгенофазовый анализ (XRD), электронно-зондовый микроанализ (ЭЗМА), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ), Оже-электронная спектроскопия (ОЭС) и др.**).
- 10) Укажите Адсорбционный метод исследования поверхности. (**Метод низкотемпературной адсорбции газов (азот, криптон и др.)**)

Перечень заданий, тем рефератов, тем презентаций, докладов:

1. Твердофазные материалы.
2. Химия поверхности.
3. Методы исследования твердофазных материалов.
4. Спектральные методы исследования поверхности и материалов.
5. Колебательная спектроскопия (ИК, Раман) исследования поверхности и материалов.
6. Электронная спектроскопия. ЯМР-спектроскопия исследования поверхности и материалов.
7. Адсорбционные методы исследования поверхности и материалов.
8. Метод низкотемпературной адсорбции газов (азот, криптон и др.)
9. Теория равновесия адсорбция-десорбция. Гистерезис адсорбции. Капиллярная (или пористая) конденсация. Классификация изотерм физической адсорбции. Типы адсорбционных изотерм.
10. Типы гистерезиса адсорбции. Информация о структуре, поверхности и пористости твердофазных материалов, получаемая на основе изотерм адсорбции.
11. Изотермы адсорбции Ленгмюра, Бренауэра-Эммета-Теллера. Линейные формы уравнений Ленгмюра, Фрейндлиха, БЭТ.
12. Методы изучения поверхности и пористости материалов. Метод БДХ (метод Баррета-Джойнера-Халенды (BJH, Barret-JoynerHalenda). t-Метод ДеБура и Липпенса (t-plot method DeBoer-Lippens). Уравнение Кельвина.
13. Методы определения пористости, распределения пор по размерам. Расчет объема, диаметра пор методом Баррета-Джойнера-Халенда, Методом Делмора-Хилла.
14. Полуэмпирические методы Horvath и Kawazoe (метод НК), Saito, Foley, Cheng и Yang для оценки распределения пор по размерам для щелевых, цилиндрических и сферических пор.

15. Другие методы исследования поверхности. Критическое поверхностное натяжение смачивания. Ртутная порометрия.
16. Термические методы исследования материалов.
17. Вычислительные процедуры, основанные на теории функционала плотности (DFT)
18. Кислотно-основной гетерогенный катализ и сферы его применения.
19. Цеолиты их свойства и применение.
20. Технологические процессы с применением катализаторов.
21. Крекинг и сферы его применения.
22. Изомеризация и сферы применения.
23. Алкилирование и сферы применения.
24. Химические методы исследования.
25. Применение твердофазных материалов. Применение в сорбции, катализе

Перечень заданий для контрольных работ

Тема. Основы гетерогенного катализа и методы исследования катализаторов.

Вариант 1.

1. Твердофазные материалы.
2. Модели гетерогенного катализа.

Вариант 2.

1. Методы исследования твердофазных материалов.
2. Адсорбция.

Вариант 3.

1. Колебательная спектроскопия (ИК, Рамановская) исследования поверхности и материалов.
2. Термические методы.

Описание технологии проведения: письменная работа.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания):

Отлично – 95-100%; хорошо – 75-80%; удовлетворительно – 55-60%; неудовлетворительно – менее 55%.

Задания раздела 20.1 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

Перечень вопросов к зачету:

Раздел 1. Введение

Методы исследования поверхности.

Раздел 2. Теоретические основы физикохимии материалов

Твердофазные материалы. Основные понятия и определения. Теоретические основы физикохимии материалов. Химия поверхности.

Раздел 3. Методы исследования материалов.

Методы исследования твердофазных материалов. Химические методы исследования. Спектральные методы исследования. Колебательная спектроскопия (ИК, Раман). Электронная спектроскопия. ЯМР-спектроскопия. Адсорбционные методы. Исследование адсорбционных равновесий. Метод низкотемпературной адсорбции газов (азот, криптон и др.). Другие методы исследования поверхности. Критическое поверхностное натяжение смачивания. Ртутная порометрия. Термические методы исследования материалов.

Раздел 4. Применение материалов

Применение материалов в сорбционных процессах. Применение в катализе.

Раздел 5. Основы гетерогенного катализа

Основы гетерогенного катализа: адсорбция, адсорбционная теория гетерогенного катализа, кинетика.

Раздел 6. Модели гетерогенного катализа

Модели гетерогенного катализа: классификация по электронной структуре; классификация по стерическим факторам; энергетические факторы.

Раздел 7. Кислотно-основный гетерогенный катализ

Пример кислотно-основного гетерогенного катализа, структура цеолитов и их свойства.

Раздел 8. Физико-химические методы исследования катализаторов

Физико-химические методы исследования катализаторов. Спектральные методы. Термические методы.

Раздел 9. Избранные технологические процессы с применением катализаторов

Избранные технологические процессы с применением катализаторов. Крекинг. Изомеризация. Алкилирование.

Описание технологии проведения

Зачет проводится в письменной форме. Студент обязан максимально подробно и с примерами изложить суть каждого вопроса. Преподаватель имеет право на уточняющие и дополнительные вопросы в пределах теоретической и практической части данной дисциплины.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Полное знание учебного материала, предусмотренного рабочей программой, успешное выполнение всех заданий. Ответ обоснован, аргументирован. Допущены незначительные ошибки, неточности, которые исправлены после замечания преподавателя.	<i>Зачтено</i>
Знания несистематические, отрывочные. В ответах допущены грубые принципиальные ошибки. Ошибки не устраняются по дополнительным вопросам преподавателя.	<i>Не зачтено</i>

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень, может быть, конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.