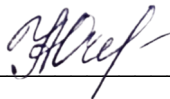


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП


Ю.А. Очередко
«21» июня 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой фундаментальной
и прикладной химии


Л.А. Джигола
«21» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сорбционные и каталитические методы очистки углеводородов»

Составитель

Очередко Ю.А., доцент, к.т.н.,
доцент кафедры ХМ
Фидурова С.Н., к.х.н., доцент кафедры ХМ

Направление подготовки

04.04.01 ХИМИЯ

Направленность (профиль) ОПОП

НЕФТЕХИМИЯ

Квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очно-заочная

Год приема

2023

Курс

2

Семестр

3

Астрахань-2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Сорбционные и каталитические методы очистки углеводородов» является формирование представлений о современных методах очистки нефти и газа от неуглеводородных примесей с использованием сорбентов и катализаторов.

1.2. Задачи освоения дисциплины: изучение процессов очистки углеводородов нефти и газа с использованием сорбентов и катализаторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Сорбционные и каталитические методы очистки углеводородов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 3 семестре.

Дисциплина встраивается в структуру ОПОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника. «Входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ технологии переработки газа и газового конденсата, технологии глубокой переработки нефти.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

- Технология переработки газа и газового конденсата, Технология глубокой переработки нефти

Знания: состава, свойств и методов переработки газа, газового конденсата и нефти.

Умения: использовать знания состава, свойств и методов переработки газа, газового конденсата и нефти.

Навыки: использования знаний состава, свойств и методов переработки газа, газового конденсата и нефти; отбора из информационных источников материала, необходимого для освоения дисциплины.

2.3. Последующие учебные дисциплины и (или) практики, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Способы очистки экосистем;
- Производственная практика.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВПО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

а) профессиональной (ПК):

ПК-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-1 Способен проводить	ИПК-1.1.1 основные сорбционные и	ИПК-1.2.1 использовать	ИПК-1.3.1 навыками использования

сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.	каталитические методы очистки газа, газоконденсата и нефти ИПК-1.1.2 используемые для очистки сорбенты и катализаторы, их свойства и характеристики ИПК-1.1.3 способы анализа результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ по использованию сорбентов и катализаторов при очистке углеводородов	сорбционные и каталитические методы очистки газа, газоконденсата и нефти ИПК-1.2.2 выбирать сорбенты и катализаторы для очистки ИПК-1.2.3 анализировать сорбционные и каталитические методы очистки газа, газоконденсата и нефти ИПК-1.2.4 интерпретировать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ по использованию сорбентов и катализаторов при очистке углеводородов	каталитических и сорбционных методов очистки газа, газоконденсата и нефти ИПК-1.3.2 отбором сорбентов и катализаторов для очистки нефти и газа ИПК-1.3.3 навыками отбора материала, необходимого для обобщения результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ по использованию сорбентов и катализаторов при очистке углеводородов
--	---	---	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, в том числе 18 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 9 часов – лабораторные работы, 9 часов – практические, семинарские занятия), и 54 часа – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины

Раздел, тема дисциплины	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Тема 1. Характеристика неуглеводородных соединений нефти	3		1	1		10	Собеседование
Тема 2. Сорбция. Классификация сорбционных процессов	3		2	2		10	Собеседование Круглый стол
Тема 3. Нефтяные сорбенты и их классификация	3		2	2		12	Собеседование Контрольная работа 1
Тема 4. Катализ. Каталитические реакции в нефтепереработке	3		2	2		10	Собеседование Круглый стол

Тема 5. Катализаторы. Свойства катализаторов	3		2	2		12	Собеседование Контрольная работа 2
Итого			9	9		54	Экзамен

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-1	
Тема 1. Характеристика неуглеводородных соединений нефти	12	+	1
Тема 2. Сорбция. Классификация сорбционных процессов	14	+	1
Тема 3. Нефтяные сорбенты и их классификация	16	+	1
Тема 4. Катализ. Каталитические реакции в нефтепереработке	14	+	1
Тема 5. Катализаторы. Свойства катализаторов	16	+	1
Итого	72		1

Краткое содержание учебной дисциплины

Тема 1. Характеристика неуглеводородных соединений нефти

Серосодержащие соединения нефти: элементарная сера и сероводород, меркаптаны (тиолы), сульфиды и дисульфиды, сероокись углерода и сероуглерод, тиофен и его производные, высокомолекулярные сернистые соединения. Кислородсодержащие соединения нефти: нефтяные кислоты (нафтеновые, высшие, алифатические, алициклические, высокомолекулярные), соли нафтеновых кислот, нефтяные фенолы, нейтральные кислородсодержащие соединения (кетоны, сложные и простые эфиры).

Тема 2. Сорбция. Классификация сорбционных процессов

Сорбция. Физическая сорбция: механическая и собственно физическая. Химическая сорбция: ковалентная, ионная (обменная и осадочная). Биологическая сорбция, обусловленная деятельностью растений и животных. Адсорбция и абсорбция.

Тема 3. Нефтяные сорбенты и их классификация

Сорбенты для очистки газа и нефти. Классификации сорбентов: по исходному сырью, по характеру смачивания водой, по назначению, по специальным свойствам, по плавучести, по структуре, по дисперсности. Свойства сорбентов: насыпная плотность, фракционный состав, механическая прочность, химическая стойкость, влажность, водородный показатель водной вытяжки, суммарный объем пор, суммарная пористость, сорбционная емкость. Цеолиты. Силикагель. Сульфированный уголь. Активированный уголь.

Тема 4. Катализ. Каталитические реакции в нефтепереработке

Основы катализа. Стадии каталитических реакций. Каталитические процессы очистки газа от кислых компонентов. Каталитические процессы очистки газа от меркаптанов. Каталитические процессы очистки нефти от гетероорганических соединений.

Тема 5. Катализаторы. Свойства катализаторов

Катализаторы. Активность катализатора. Избирательность катализатора. Специфичность катализатора. Физико-механические свойства катализаторов.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Преподаватель должен активно непосредственно участвовать в учебном процессе и проводить подготовку к нему. Необходимость постоянной подготовки к лекциям, семинарским и практическим занятиям обусловлена потребностью отражать современные подходы, взгляды, данные по темам и разделам. Проводя подготовку к учебному процессу необходимо изучать современные методические рекомендации, результаты научных исследований, новые технологии и т.д. При реализации различных видов учебной работы преподаватель должен использовать образовательные технологии: создание интерактивных презентаций, обучающие компьютерные программы, технологии развития мышления (эффективная лекция, таблицы, работа в группах и т.д.)

Во время практических и семинарских занятий используются словесные методы обучения, как беседа и дискуссия, что позволяет вовлекать в учебный процесс всех слушателей и стимулирует творческий потенциал обучающихся. Преподавателю необходимо иметь, для проведения практических и семинарских занятий, наглядные пособия – наборы таблиц по теме занятия, схемы и др. При подготовке к практическим и семинарским занятиям преподавателю необходимо знать план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, познакомиться с новыми публикациями по теме. В начале занятия преподаватель должен раскрыть теоретическую и практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. В ходе занятия следует дать возможность выступить всем желающим и предложить выступить тем слушателям, которые проявляют пассивность. Целесообразно, в ходе обсуждения учебных вопросов, задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем, а также поощрять выступление с места в виде кратких дополнений. В заключительной части практического занятия следует подвести итог: дать объективную оценку выступления слушателя и учебной группы в целом, раскрыть положительные стороны и недостатки проведения занятия, ответить на вопросы, назвать тему очередного занятия и дать необходимые задания.

Лабораторные занятия способствуют закреплению знаний, полученных студентами в ходе теоретического обучения (лекции) и самостоятельной работы, формированию компетенций, навыков в получении информации, приобретению умений провести ее обработку и анализ, овладению навыками планирования, анализа и управления. Общее требование при разработке тематики лабораторных таково - этот вид аудиторных занятий должен научить студента правильно оценить и предвидеть развитие ситуации, управлять ее формированием, владению методами анализа. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя. В конце каждого лабораторного занятия преподаватель планирует 6- 7 минут для подведения итогов. Он обращает внимание на то, как освоен учебный материал по теме в целом, анализирует типичные ошибки и недоработки студентов, акцентирует их внимание на значимость темы.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа обучающихся к проведению занятий проводится с использованием учебно-методической литературы и интернет-ресурсов. В случае возникновения вопросов они могут быть заданы преподавателю на индивидуальной консультации или по электронной почте.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Мановян, А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: Учебное пособие для вузов. – М.: Химия, 2009. – 568 с.
2. Каменщиков, Ф.А. Нефтяные сорбенты / ф.А. Каменщиков, Е.И. Богомольный. – М. –

Ижевск: НИЦ «РХД», 2005. – 268 с.

3. Васько, Ю.П., Исмагилов Ф.Р., Исмагилова З.Ф., Салина Ю.Б. Схемы переработки углеводородных газов: Учебное пособие для вузов/Астраханский государственный технический университет. – Астрахань: типография «Факел» ООО «Газпром добыча Астрахань», 2008. – 176 с.
4. Потехин В.М., Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата [Электронный ресурс] / Потехин В.М. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2016 - 560 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082618.html>
5. Основы катализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.В. Романовский - М. : Лаборатория знаний, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014478.html>

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
<i>Тема 1. Характеристика неуглеводородных соединений нефти</i> Серосодержащие соединения нефти: элементарная сера и сероводород, меркаптаны (тиолы), сульфиды и дисульфиды, сероокись углерода и сероуглерод, тиофен и его производные, высокомолекулярные сернистые соединения. Кислородсодержащие соединения нефти: нефтяные кислоты (нафтеновые, высшие, алифатические, алициклические, высокомолекулярные), соли нафтеновых кислот, нефтяные фенолы, нейтральные кислородсодержащие соединения (кетоны, сложные и простые эфиры).	10	Индивидуальная работа
<i>Тема 2. Сорбция. Классификация сорбционных процессов</i> Сорбция. Физическая сорбция: механическая и собственно физическая. Химическая сорбция: ковалентная, ионная (обменная и осадочная). Биологическая сорбция, обусловленная деятельностью растений и животных. Адсорбция и абсорбция.	10	Индивидуальная работа
<i>Тема 3. Нефтяные сорбенты и их классификация</i> Сорбенты для очистки газа и нефти. Классификации сорбентов: по исходному сырью, по характеру смачивания водой, по назначению, по специальным свойствам, по плавучести, по структуре, по дисперсности. Свойства сорбентов: насыпная плотность, фракционный состав, механическая прочность, химическая стойкость, влажность, водородный показатель водной вытяжки, суммарный объем пор, суммарная пористость, сорбционная емкость. Цеолиты. Силикагель. Сульфированный уголь. Активированный уголь.	12	Индивидуальная работа
<i>Тема 4. Катализ. Каталитические реакции в нефтепереработке</i> Основы катализа. Стадии каталитических реакций. Каталитические процессы очистки газа от кислых компонентов. Каталитические процессы очистки газа от меркаптанов. Каталитические процессы очистки нефти от гетероорганических соединений.	10	Индивидуальная работа
<i>Тема 5. Катализаторы. Свойства катализаторов</i> Катализаторы. Активность катализатора. Избирательность катализатора. Специфичность катализатора. Физико-механические свойства катализаторов.	12	Индивидуальная работа

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

По каждой теме, изученной обучающимся самостоятельно, должен быть написан конспект. Конспект должен быть выполнен в ученической тетради в клетку (строчки «через клеточку») «от руки». На титульном листе должны быть разборчиво написаны фамилия, имя, отчество, факультет, курс, группа, тема. Конспект должен отражать основные понятия, формулы, постулаты. В конце работы ставится число и подпись.

В качестве письменных работ предлагается отчет по лабораторной работе.

Методические указания по написанию отчета по лабораторной работе

1. Цель и задачи исследования.
2. Краткое описание эксперимента: способы, методы, методики исследования и теоретические положения.
3. Законы, положения, математический аппарат, уравнения реакций. Результаты исследования и расчеты (уравнения должны быть приведены в общем виде и с подставленными данными). Результаты исследования и расчетов должны быть сведены в соответствующие таблицы. Статистическая обработка данных.
4. Графическая обработка экспериментальных данных: графики и схемы должны выполняться только на миллиметровой бумаге. На ось ординат наносится функция, на ось абсцисс – аргумент с указанием единиц измерения. На осях наносится шкала согласно выбранному масштабу. Единицы масштаба должны быть выбраны в соответствии точности отсчета при эксперименте. Координаты экспериментальной точки наносятся только на плоскости и отмечаются точкой. По экспериментальным точкам проводится усредняющая кривая. Выпавшие точки не используются, но показываются. На листе, где выполнен график, должны быть указаны наименование графика (под графиком), условия, сноски. Экспериментальные данные для построения градуировочного графика обрабатываются по методу наименьших квадратов.
5. Анализ экспериментально полученных зависимостей.
6. Выводы.

Работа считается выполненной, если приведены все необходимые расчеты, построены изучаемые зависимости, приведены все структурные формулы изучаемых веществ и образуемых соединений, сделаны соответствующие выводы.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучения и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Характеристика неуглеводородных соединений нефти	Не предусмотрено	Фронтальный опрос	Групповая лабораторная работа
Тема 2. Сорбция. Классификация сорбционных процессов	Не	Фронтальный	Групповая

	предусмотрено	опрос, тематические дискуссии	лабораторная работа
Тема 3. Нефтяные сорбенты и их классификация	Не предусмотрено	Фронтальный опрос	Групповая лабораторная работа
Тема 4. Катализ. Каталитические реакции в нефтепереработке	Не предусмотрено	Фронтальный опрос, тематические дискуссии	Групповая лабораторная работа
Тема 5. Катализаторы. Свойства катализаторов	Не предусмотрено	Фронтальный опрос	Групповая лабораторная работа

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах *on-line* и/или *off-line* в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференций, собеседования в режиме чата, выполнения виртуальных лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

1. Microsoft Office 2013;
2. Microsoft Windows 7 Professional;
3. Платформа дистанционного обучения *LMS Moodle* (виртуальная обучающая среда).

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com>

Имя пользователя: AstrGU

Пароль: AstrGU

2. Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com

3. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» <https://library.asu.edu.ru/catalog/>

4. Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <https://journal.asu.edu.ru/>

5. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. <http://mars.arbicon.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Сорбционные и каталитические методы очистки углеводородов» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Характеристика неуглеводородных соединений нефти	ПК-1	Собеседование
Тема 2. Сорбция. Классификация сорбционных процессов	ПК-1	Собеседование Круглый стол
Тема 3. Нефтяные сорбенты и их классификация	ПК-1	Собеседование Контрольная работа 1
Тема 4. Катализ. Каталитические реакции в нефтепереработке	ПК-1	Собеседование Круглый стол
Тема 5. Катализаторы. Свойства катализаторов	ПК-1	Собеседование Контрольная работа 2

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное

«хорошо»	изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине

Тема 1. Характеристика неуглеводородных соединений нефти

1. Вопросы для собеседования

- 1) Классификация неуглеводородных соединений нефти.
- 2) Элементарная сера и сероводород.
- 3) Меркаптаны (тиолы).
- 4) Сульфиды и дисульфиды.
- 5) Сероокись углерода и сероуглерод.
- 6) Тиофен и его производные.
- 7) Высокомолекулярные сернистые соединения.
- 8) Нефтяные кислоты: наftenовые, высшие, алифатические, алициклические, высокомолекулярные.
- 9) Соли наftenовых кислот.
- 10) Нефтяные фенолы.
- 11) Нейтральные кислородсодержащие соединения: кетоны, сложные и простые эфиры.

Тема 2. Сорбция. Классификация сорбционных процессов

1. Вопросы для собеседования

- 1) Сорбция.
- 2) Физическая сорбция: механическая и собственно физическая.

- 3) Химическая сорбция: ковалентная, ионная (обменная и осадочная).
- 4) Биологическая сорбция, обусловленная деятельностью растений и животных.
- 5) Адсорбция и абсорбция.

2. Перечень дискуссионных тем для круглого стола

- 1) Расчет оптимального времени контакта сорбента.

Тема 3. Нефтяные сорбенты и их классификация

1. Вопросы для собеседования

- 1) Сорбенты для очистки газа и нефти.
- 2) Классификации сорбентов по исходному сырью.
- 3) Классификации сорбентов по характеру смачивания водой.
- 4) Классификации сорбентов по назначению.
- 5) Классификации сорбентов по специальным свойствам.
- 6) Классификации сорбентов по плавучести.
- 7) Классификации сорбентов по структуре.
- 8) Классификации сорбентов по дисперсности.
- 9) Насыпная плотность
- 10) Фракционный состав
- 11) Механическая прочность
- 12) Химическая стойкость
- 13) Влажность
- 14) Водородный показатель водной вытяжки
- 15) Суммарный объем пор
- 16) Суммарная пористость
- 17) Сорбционная емкость
- 18) Характеристика сорбентов: цеолиты, силикагель, сульфированный уголь, активированный уголь.

2. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1

1. Дайте характеристику серосодержащим соединениям нефти.
2. Каковы основные физико-химические свойства сорбентов? Дайте краткую характеристику и методы определения фракционного состава и сорбционной емкости сорбентов.
3. Дайте характеристику цеолитам и этиленгликолю.

Вариант 2

1. Дайте характеристику азотсодержащим соединениям нефти.
2. Каковы основные физико-химические свойства сорбентов? Дайте краткую характеристику и методы определения механической прочности и влажности сорбентов.
3. Дайте характеристику силикагелям и сульфолану.

Вариант 3

1. Дайте характеристику кислородсодержащим соединениям нефти.
2. Каковы основные физико-химические свойства сорбентов? Дайте краткую характеристику насыпной плотности и сорбционной емкости сорбентов.
3. Дайте характеристику активированному углю и моноэтеноламину.

Тема 4. Катализ. Каталитические реакции в нефтепереработке

1. Вопросы для собеседования

- 1) Основы катализа.
- 2) Стадии каталитических реакций.
- 3) Каталитические процессы очистки газа от кислых компонентов.
- 4) Каталитические процессы очистки газа от меркаптанов.
- 5) Каталитические процессы очистки нефти от гетероорганических соединений.

2. Перечень дискуссионных тем для круглого стола

- 1) Выбор оптимального со всех точек зрения катализатора для очистки углеводородов.

Тема 5. Катализаторы. Свойства катализаторов

1. Вопросы для собеседования

- 1) Катализаторы.
- 2) Активность катализатора.
- 3) Избирательность катализатора.
- 4) Специфичность катализатора.
- 5) Физико-механические свойства катализаторов.

1. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1

1. Какие свойства катализаторов относятся к физико-механическим?
2. Что такое температура зажигания и срок службы катализатора? От чего они зависят и как определяются?
3. Какие свойства катализаторов относятся к эксплуатационно-экономическим?

Вариант 2

1. Какие свойства катализаторов относятся к химическим?
2. Что такое активность катализатора? Чем она определяется и от чего зависит?
3. В чем заключается избирательность катализатора? От чего она зависит и как определяется?

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1: «Изотермы сорбции сорбентом»

Лабораторная работа №2: «Изучение кинетики сорбции сорбентом»

Методические указания по написанию отчета по лабораторной работе

1. Цель и задачи исследования.
2. Краткое описание эксперимента: способы, методы, методики исследования и теоретические положения.
3. Законы, положения, математический аппарат, уравнения реакций. Результаты исследования и расчеты (уравнения должны быть приведены в общем виде и с подставленными данными). Результаты исследования и расчетов должны быть сведены в соответствующие таблицы. Статистическая обработка данных.
4. Графическая обработка экспериментальных данных: графики и схемы должны выполняться только на миллиметровой бумаге. На ось ординат наносится функция, на ось абсцисс – аргумент с указанием единиц измерения. На осях наносится шкала согласно выбранному масштабу. Единицы масштаба должны быть выбраны в соответствии точности отсчета при эксперименте. Координаты экспериментальной точки наносятся только на плоскости и отмечаются точкой. По экспериментальным точкам проводится усредняющая кривая. Выпавшие точки не используются, но показываются. На листе, где выполнен график, должны быть указаны наименование графика (под графиком), условия, сноски.

Экспериментальные данные для построения градуировочного графика обрабатываются по методу наименьших квадратов.

5. Анализ экспериментально полученных зависимостей.

6. Выводы.

Работа считается выполненной, если приведены все необходимые расчеты, построены изучаемые зависимости, приведены все структурные формулы изучаемых веществ и образуемых соединений, сделаны соответствующие выводы.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Дайте характеристику серосодержащим соединениям нефти.
2. Дайте характеристику азотсодержащим соединениям нефти.
3. Дайте характеристику кислородсодержащим соединениям нефти.
4. Каковы основные физико-химические свойства сорбентов? Дайте краткую характеристику и методы определения механической прочности и влажности сорбентов.
5. Каковы основные физико-химические свойства сорбентов? Дайте краткую характеристику и методы определения фракционного состава и сорбционной емкости сорбентов.
6. Каковы основные физико-химические свойства сорбентов? Дайте краткую характеристику насыпной плотности и сорбционной емкости сорбентов.
7. Дайте характеристику цеолитам и этиленгликолю .
8. Дайте характеристику силикагелям и сульфолану.
9. Дайте характеристику активированному углю и моноэтеноламину.
10. Какие свойства катализаторов относятся к физико-механическим?
11. Какие свойства катализаторов относятся к химическим?
12. Какие свойства катализаторов относятся к эксплуатационно-экономическим?
13. Что такое температура зажигания и срок службы катализатора? От чего они зависят и как определяются?
14. Что такое активность катализатора? Чем она определяется и от чего зависит?
15. В чем заключается избирательность катализатора? От чего она зависит и как определяется?

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции ПК-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.				
1.	Задание закрытого типа	К гидрофобным адсорбентам относят: А) активированный уголь Б) графит В) тальк Г) глина Д) пористые стекла	АБВ	1
2.		К гидрофильным	ГД	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		адсорбентам относят: А) активированный уголь Б) графит В) тальк Г) силикагель Д) глина		
3.		Минимальным межфазным поверхностным натяжением характеризуется двухфазная система ... А) вода – бензол Б) вода – анилин В) вода – гексан Г) вода – толуол	Б	1
4.		С увеличением длины углеводородного радикала адсорбция ПАВ из полярных растворителей ... А) возрастает Б) уменьшается В) не изменяется Г) проходит через максимум	А	1
5.		Химическая адсорбция отличается от физической адсорбции ... А) большим тепловым эффектом и обратимостью Б) незначительным тепловым эффектом и необратимостью В) незначительным тепловым эффектом и обратимостью Г) большим тепловым эффектом и необратимостью	Г	1
6.	Задание открытого типа	Какие соединения нефти относятся к неуглеводородным? От чего зависит их содержание?	К неуглеводородным компонентам нефти относятся соединения, включающие такие гетероатомы, как сера, кислород и азот. Содержание этих элементов зависит от	3-4

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			возраста и происхождения нефти. Распределение гетероатомов по фракциям нефти неравномерно. Обычно большая их часть сосредоточена в тяжелых фракциях и, особенно, в смолисто-асфальтеновом остатке.	
7.		Что представляют собой смолисто-асфальтеновые вещества нефти?	Смолисто-асфальтеновые вещества нефти представляют собой сложную многокомпонентную исключительно полидисперсную по молекулярной массе смесь высокомолекулярных углеводородов и гетеросоединений, включающих, кроме углерода и водорода, серу, азот, кислород и металлы: ванадий, никель, железо, молибден и т.д. Смолисто-асфальтеновые вещества концентрируются в тяжелых нефтяных остатках – мазутах, полугудронах, гудронах, битумах, крекинг-остатках и др. Суммарное содержание САВ в нефтях в зависимости от их типа и плотности колеблется от долей процентов до 45%, а в ТНО – достигает до 70% мас.	4-5
8.		Какие критерии	При разработке	5-6

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		необходимо учитывать при разработке материалов сорбентов?	материалов сорбентов необходимо учитывать следующие критерии: - эффективность сорбента; - величину относительной сорбции, характеризующую отношение массы примеси, связанного сорбентом, к массе самого сорбента; - коэффициент распределения, учитывающий степень распределения примеси между сорбентом и углеводородами; - стоимость, доступность, сезонность и срок годности сырья, используемого при производстве сорбентов; - возможность применения в качестве сырья вторичных материальных ресурсов-отходов существующих «грязных» производств и превращения их в малоотходные с замкнутым циклом; - экологическую чистоту при производстве сорбентов; - технологичность операций, объем промышленных вод и затраты на их утилизацию; - транспортные	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			затраты на доставку сырья, материалов и сорбентов к месту их использования, зависящие от емкости сорбентов и возможности использования местного регионального сырья при производстве сорбентов; - транспортные расходы на доставку использованных сорбентов к месту их утилизации или переработки; - затраты на переработку, утилизацию, захоронение; - экологическую безопасность процессов переработки использованных сорбентов.	
9.		Каким требованиям должны отвечать технологии получения сорбентов?	Требования, предъявляемые к технологиям получения сорбентов: ■ высокая экологическая чистота, т.е. при производстве сорбентов не должны накапливаться не утилизируемые отходы, для нейтрализации которых потребуются новые производства; ■ достаточная обеспеченность научными исследованиями; ■ гибкость, возможность	4-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			получения сорбентов различных типов из однородного сырья и материалов; ■ минимальное использование дорогих и дефицитных реактивов, сырья и материалов, энергоресурсов; ■ использование в качестве сырья вторичных материальных ресурсов, ежегодно возобновляемых отходов сельского хозяйства, пищевой и микробиологической промышленности; ■ возможность органически вписываться в существующие промышленные инфраструктуры или являться их логическим продолжением; ■ низкая стоимость, что позволит перейти на одноразовое использование сорбентов; ■ относительная селективность и высокая емкость поглощения примесей; ■ простота, надежность и технологичность использованных сорбентов при минимальных затратах; ■ ограниченность возврата сорбированных соединений в	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)												
			круговорот веществ в природе.													
10.		Чем обуславливается активированная адсорбция?	Активированная адсорбция обуславливается взаимодействием между молекулами поглощенного вещества и поглотителя с образованием соединения особого рода. Образовавшееся соединение, не являясь химическим соединением обычного типа, называется поверхностным соединением. Это соединение характеризуется тем, что поверхностные молекулы поглотителя, вступившие в соединение с адсорбированными молекулами, остаются в кристаллической решетке поглотителя.	3-4												
11.	Задания комбинированного типа	Ниже приведены результаты измерения адсорбции газообразного криптона на катализаторе: <table><tr><td>p, Па</td><td>$A \cdot 10^3$, м³/кг</td></tr><tr><td>13,22</td><td>1,27</td></tr><tr><td>23,99</td><td>1,5</td></tr><tr><td>49,13</td><td>1,76</td></tr><tr><td>75,70</td><td>1,9</td></tr><tr><td>91,22</td><td>1,98</td></tr></table> Определите удельную поверхность катализатора, принимая, что один атом криптона занимает площадь 0,195 нм², $p_s = 342,6$ Па, плотность криптона равна 3,74 кг/м³. Приведите решение задачи.	p , Па	$A \cdot 10^3$, м³/кг	13,22	1,27	23,99	1,5	49,13	1,76	75,70	1,9	91,22	1,98	7,8	3-4
p , Па	$A \cdot 10^3$, м³/кг															
13,22	1,27															
23,99	1,5															
49,13	1,76															
75,70	1,9															
91,22	1,98															

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
12.		<i>Выберите правильный ответ и аргументируйте его:</i> Увеличение концентрации вещества на поверхности раздела фаз называется а) адсорбцией б) абсорбцией в) хемосорбцией г) капиллярной конденсацией	А Адсорбция – это самопроизвольное изменение (обычно повышение) концентрации вещества вблизи поверхности раздела фаз (от лат. ad- на и sorbeo-по-глощаю). Процессы, происходящие самопроизвольно на границе раздела фаз называются поверхностными явлениями.	3-4

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Текущий и внутрисеместровый контроль, промежуточная аттестация учебных достижений студентов проводится путем балльно-рейтинговой системы. Общая оценка учебных достижений студента в семестре по учебному курсу определяется как сумма баллов, полученных студентом по различным формам текущего и промежуточного контроля в течение данного семестра. Итоговой формой отчетности является экзамен, поэтому балльная оценка распределяется на две составляющие: семестровую (текущий контроль по учебной дисциплине в течение семестра) – 50 баллов и экзаменационную – 50 баллов. 50 баллов семестрового контроля состоят из 40 баллов, полученных на различных формах текущего контроля, и 10 баллов, включающих различного рода бонусы (отсутствие пропусков занятий, активная работа в течение семестра).

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Ответ на занятии	5 / 3	15	по расписанию
2.	Участие в круглом столе	1 / 5	5	по расписанию
3.	Выполнение контрольной работы	2 / 10	20	по расписанию
Всего			40	-
Блок бонусов				
4.	Посещение занятий	10 / 0,75	7,5	по расписанию
5.	Своевременное выполнение всех заданий	5 / 0,5	2,5	по расписанию
Всего			10	-

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Дополнительный блок				
6.	Экзамен		50	по расписанию
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-...
Нарушение учебной дисциплины	-...
Неготовность к занятию	-...
Пропуск занятия без уважительной причины	-...

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	
60–64	3 (удовлетворительно)
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Мановян, А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: Учебное пособие для вузов. – М.: Химия, 2009. – 568 с.
2. Потехин В.М., Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата [Электронный ресурс] / Потехин В.М. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2016 - 560 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082618.html>

8.2. Дополнительная литература

1. Васько, Ю.П., Исмагилов Ф.Р., Исмагилова З.Ф., Салина Ю.Б. Схемы переработки углеводородных газов: Учебное пособие для вузов/Астраханский государственный технический университет. – Астрахань: типография «Факел» ООО «Газпром добыча Астрахань, 2008. – 176 с.
2. Каменщиков, Ф.А. Нефтяные сорбенты / ф.А. Каменщиков, Е.И. Богомольный. – М. – Ижевск: НИЦ «РХД», 2005. – 268 с.
3. Основы катализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.В. Романовский - М. : Лаборатория знаний, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014478.html>

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

1. <http://asu.edu.ru>
2. <https://biblio.asu.edu.ru> (Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»)
3. <http://www.studentlibrary.ru> (Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО Гражданско-правовой договор № 146 от 02.08.2016 г. «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя аудиторию для практических (семинарских) занятий и лабораторных работ. Лабораторный практикум обеспечен химическими реактивами, лабораторной посудой и учебно-научным оборудованием: весы электронные, спектрофотометры ПЭ 5400, ПЭ2300; анализаторы жидкостей рН-метры «Эксперт-001», ионоселективные электроды, центрифуга ОПН-3 с ротором, магнитные мешалки, рефрактометр, термостат "ТС-80"М2 хроматограф «Цвет 500 М», Электролизная установка ЛЭМ-11043, микросмеситель ПЭ-0137 1.75.45.0032, Аквадистиллятор ДЭ-4(с ЗИПом), шкаф вытяжной ШВ-202 ПАОТ, малая раковина, КО1-04. Проведение занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).