

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

 А.Г. Тырков
«24» января 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
фундаментальной и прикладной
химии
 Л.А. Джигола
«24» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Сорбционные процессы в технологиях переработки
углеводородного сырья»**

Составитель

**Очередко Ю.А., доцент, к.т.н.,
доцент кафедры ХМ**

Направление подготовки

04.03.01 ХИМИЯ

Направленность (профиль) ОПОП

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приема

2023

Курс

4

Семестр

8

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Сорбционные процессы в технологиях переработки углеводородного сырья» является формирование современных представлений о сорбентах и их применении в технологии переработки нефти и газа.

1.2. Задачи освоения дисциплины: изучение процессов переработки углеводородного сырья с использованием явлений сорбции.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Сорбционные процессы в технологиях переработки углеводородного сырья» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 8 семестре.

Дисциплина встраивается в структуру ОПОП ВО как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника. «Входные» знания, умения и опыт обучающегося, необходимые для освоения дисциплины, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин связаны со знанием теоретических основ химической технологии нефти и газа.

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

- Химическая технология нефти и газа:

Знания: основные методы переработки природного газа, методы подготовки к переработке, первичная переработка и разнообразные вторичные процессы переработки нефти.

Умения: использовать основные методы переработки природного газа, методы подготовки к переработке, первичная переработка и разнообразные вторичные процессы переработки нефти на практических и лабораторных занятиях.

Навыки: техники безопасности при выполнении работ в лаборатории, регистрации и обработки результатов физико-химических экспериментов, методами отбора материала для теоретических занятий и лабораторных работ.

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

- Преддипломная практика.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

профессиональной (ПК):

ПК-5 Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ 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-5	ИПК-5.1.1 основные	ИПК-5.2.1 выбирать	ИПК-5.3.1 техники

Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	методы очистки природного газа, нефти и нефтепродуктов ИПК-5.1.2 методы очистки окружающей среды с использованием сорбционных процессов	сорбенты для очистки природного газа, нефти и нефтепродуктов от неуглеводородных соединений, ИПК-5.2.2 выбирать сорбенты для очистки объектов окружающей среды от углеводородов	безопасности при выполнении работ в лаборатории физической химии, регистрации и обработки результатов физико-химических экспериментов ИПК-5.3.2 методами отбора материала для теоретических занятий и лабораторных работ
---	---	---	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, в том числе 45 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 15 часов – лекции, 30 часов – лабораторные работы), и 99 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины

Наименование раздела (темы)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Тема 1. Неуглеводородные соединения нефти	8	2		4		10	Собеседование
Тема 2. Классификация сорбционных процессов	8	2		4		20	Собеседование Круглый стол
Тема 3. Адсорбция и поверхностные явления	8	2		4		10	Собеседование Практическое задание
Тема 4. Адсорбция на границе «жидкость-газ»	8	2		4		10	Собеседование Практическое задание
Тема 5. Адсорбция на поверхности твердых тел	8	2		4		20	Собеседование Практическое задание Тестирование
Тема 6. Классификация и свойства сорбентов	8	2		4		10	Собеседование
Тема 7. Методики определения параметров и показателей сорбционных и десорбционных	8	3		6		19	Собеседование Контрольная работа

процессов на основании лабораторных исследований							
Итого		15		30		99	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 (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-5	
Тема 1. Неуглеводородные соединения нефти	16	+	1
Тема 2. Классификация сорбционных процессов	26	+	1
Тема 3. Адсорбция и поверхностные явления	16	+	1
Тема 4. Адсорбция на границе «жидкость-газ»	16	+	1
Тема 5. Адсорбция на поверхности твердых тел	26	+	1
Тема 6. Классификация и свойства сорбентов	16	+	1
Тема 7. Методики определения параметров и показателей сорбционных и десорбционных процессов на основании лабораторных исследований	28	+	1
Итого	144		1

Краткое содержание учебной дисциплины.

Тема 1. Неуглеводородные соединения нефти

Неуглеводородные соединения нефти и газа, их строение, свойства, влияние на качество и переработку. Характеристика серосодержащих соединений: элементарная сера и сероводород, меркаптаны (тиолы), сульфиды и дисульфиды, сероокись углерода и сероуглерод, тиофен и его производные, высокомолекулярные сернистые соединения. Характеристика кислородсодержащих соединений: нефтяные кислоты (нафтеновые, высшие, алифатические, алициклические, высокомолекулярные), соли нафтеновых кислот, нефтяные фенолы, нейтральные кислородсодержащие соединения (кетоны, сложные и простые эфиры). Характеристика азотсодержащих соединений: азотистые основания, нейтральные азотистые соединения

Тема 2. Классификация сорбционных процессов

Сорбция физическая, химическая и биологическая. Механическая сорбция. Обменная и осадочная сорбция. Абсорбция и адсорбция.

Тема 3. Адсорбция и поверхностные явления

Адсорбция. Поверхностные явления. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Поверхностная активность. ПАВ, ПИВ, ПНВ. Правило Траубе-Дюкло. Уравнение Шишковского.

Тема 4. Адсорбция на границе «жидкость-газ»

Адсорбция газов на поверхности жидкости. Уравнение изотермы Гиббса. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение Ленгмюра.

Тема 5. Адсорбция на поверхности твердых тел

Адсорбция газов на поверхности твердых тел. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение Фрейндлиха. Теории полимолекулярной адсорбции Поляни и БЭТ. Капиллярная конденсация. Адсорбция растворенного в жидкости вещества на твердом адсорбенте. Смачивание. Краевой угол смачивания. Уравнение Юнга. Инверсия смачивания. Адгезия. Когезия. Молекулярная, ионная адсорбции и адсорбция коллоидных частиц.

Тема 6. Классификация и свойства сорбентов

Требования, предъявляемые к технологиям получения сорбентов. Основные свойства сорбентов: насыпная плотность, фракционный состав, механическая прочность, химическая стойкость, влажность, зольность (для углей), водородный показатель (pH) водной вытяжки, суммарный объем пор, суммарная пористость, сорбционная емкость.

Тема 7. Методики определения параметров и показателей сорбционных и десорбционных процессов на основании лабораторных исследований

Определение кинетики сорбции. Определение параметров и показателей десорбционных процессов. Проведение полупромышленных испытаний. Конструктивные особенности аппаратов в сорбционной технологии. Определение емкости сорбента по сорбируемому элементу.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Преподаватель должен активно непосредственно участвовать в учебном процессе и проводить подготовку к нему. Необходимость постоянной подготовки к 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.)

В ходе подготовки лекции преподаватель должен разрабатывать план лекции, в котором должен определить те основные материалы, которые слушатели должны понять и записать. Содержание лекции должно быть организованным и четким, что делает усвоение материала доступным. Содержание лекции должно отвечать следующим требованиям: изложение материала от простого к сложному; от известного к неизвестному; логичность, четкость и ясность в изложении материала; возможность проблемного изложения; дискуссии и диалога в конце лекции с целью активизации деятельности слушателей; опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные; тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и профессиональной деятельностью. В ходе лекционного занятия преподаватель должен четко озвучить тему, представить план, кратко изложить цель, учебные вопросы. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Следует также раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. При изложении лекционного материала следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам, приводя примеры, раскрывать положительный отечественный и зарубежный опыт. По ходу изложения, возможно, задавать риторические вопросы и самому давать на них ответ. Преподаватель в целом не должен отвлекаться от излагаемого материала лекции. Преподаватель должен руководить работой слушателей по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. Используемый во время лекции наглядный материал – слайды, таблицы, схемы, иллюстрации помогает вести конспекты и улучшает темп предложения материала лекций. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Для закрепления материала, подготовки к семинарским и

практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы необходимо рекомендовать литературу, основную и дополнительную, в том числе учебно-методические материалы, а также электронные источники (интернет-ресурсы).

Лабораторные занятия способствуют закреплению знаний, полученных студентами в ходе обучения 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 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. 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> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Поверхностные явления. Адсорбция [Электронный ресурс]: Учебное пособие. / Улитин М.В, Филиппов Д.В., Федорова А.А. - Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2014. - http://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_025.html

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1. Неуглеводородные соединения нефти Неуглеводородные соединения нефти и газа, их строение, свойства, влияние на качество и переработку. Характеристика серосодержащих соединений: элементарная сера и сероводород, меркаптаны (тиолы), сульфиды и дисульфиды, сероокись углерода и сероуглерод, тиофен и его производные, высокомолекулярные сернистые соединения. Характеристика кислородсодержащих соединений: нефтяные кислоты (нафтеновые, высшие, алифатические, алициклические, высокомолекулярные), соли нафтеновых кислот, нефтяные фенолы, нейтральные кислородсодержащие соединения (кетоны, сложные и простые эфиры). Характеристика азотсодержащих соединений: азотистые основания, нейтральные азотистые соединения.	10	Конспектирование
Тема 2. Классификация сорбционных процессов Сорбция физическая, химическая и биологическая. Механическая сорбция. Обменная и осадочная сорбция. Абсорбция и адсорбция.	20	Конспектирование
Тема 3. Адсорбция и поверхностные явления Адсорбция. Поверхностные явления. Свободная поверхностная	10	Конспектирование Решение задач

энергия. Поверхностное натяжение. Поверхностная активность. ПАВ, ПИВ, ПНВ. Правило Траубе-Дюкло. Уравнение Шишковского.		
Тема 4. Адсорбция на границе «жидкость-газ» Адсорбция газов на поверхности жидкости. Уравнение изотермы Гиббса. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение Ленгмюра.	10	Конспектирование Решение задач
Тема 5. Адсорбция на поверхности твердых тел Адсорбция газов на поверхности твердых тел. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение Фрейндлиха. Теории полимолекулярной адсорбции Поляни и БЭТ. Капиллярная конденсация. Адсорбция растворенного в жидкости вещества на твердом адсорбенте. Смачивание. Краевой угол смачивания. Уравнение Юнга. Инверсия смачивания. Адгезия. Когезия. Молекулярная, ионная адсорбции и адсорбция коллоидных частиц.	20	Конспектирование Решение задач
Тема 6. Классификация и свойства сорбентов Требования, предъявляемые к технологиям получения сорбентов. Основные свойства сорбентов: насыпная плотность, фракционный состав, механическая прочность, химическая стойкость, влажность, зольность (для углей), водородный показатель (рН) водной вытяжки, суммарный объем пор, суммарная пористость, сорбционная емкость.	10	Конспектирование
Тема 7. Методики определения параметров и показателей сорбционных и десорбционных процессов на основании лабораторных исследований Определение кинетики сорбции. Определение параметров и показателей десорбционных процессов. Проведение полупромышленных испытаний. Конструктивные особенности аппаратов в сорбционной технологии. Определение емкости сорбента по сорбируемому элементу.	19	Конспектирование

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

По каждой теме, изученной обучающимися 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.

При оформлении решения задач необходимо составить и записать краткое условие к задаче (что дано, что надо найти, уравнение реакции); привести все необходимые формулы, затем формулы с численными данными; указать размерность получаемых величин.

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	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Неуглеводородные соединения нефти	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа, групповая дискуссия
Тема 2. Классификация сорбционных процессов	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа, групповая дискуссия
Тема 3. Адсорбция и поверхностные явления	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа, групповая дискуссия
Тема 4. Адсорбция на границе «жидкость-газ»	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа, групповая дискуссия
Тема 5. Адсорбция на поверхности твердых тел	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа, групповая дискуссия
Тема 6. Классификация и свойства сорбентов	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа, групповая дискуссия
Тема 7. Методики определения параметров и показателей сорбционных и десорбционных процессов на основании лабораторных исследований	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа, групповая дискуссия

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>
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/>

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

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Сорбционные процессы в технологиях переработки углеводородного сырья» 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 5 – Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Неуглеводородные соединения нефти	ПК-5	Собеседование
Тема 2. Классификация сорбционных процессов	ПК-5	Собеседование Круглый стол
Тема 3. Адсорбция и поверхностные явления	ПК-5	Собеседование Практическое задание

Тема 4. Адсорбция на границе «жидкость-газ»	ПК-5	Собеседование Практическое задание
Тема 5. Адсорбция на поверхности твердых тел	ПК-5	Собеседование Практическое задание Тестирование
Тема 6. Классификация и свойства сорбентов	ПК-5	Собеседование
Тема 7. Методики определения параметров и показателей сорбционных и десорбционных процессов на основании лабораторных исследований	ПК-5	Собеседование Контрольная работа

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 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное 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 (модулю)

Тема 1. Неуглеводородные соединения нефти

1. Вопросы для собеседования

- 1) Характеристика серосодержащих соединений нефти.
- 2) Характеристика азотсодержащих соединений нефти.
- 3) Характеристика кислородсодержащих соединений нефти.

Тема 2. Классификация сорбционных процессов

1. Вопросы для собеседования

- 1) Дайте определение понятиям: сорбция, адсорбция, абсорбция, десорбция.
- 2) В чем заключается химическая сорбция?
- 3) В чем заключается физическая сорбция?
- 4) Дайте характеристику физической адсорбции.
- 5) В чем заключается биологическая сорбция?
- 6) Дайте характеристику активированной адсорбции.

2. Перечень дискуссионных тем для круглого стола

- 1) Значимость сорбционных методов в современном мире.

Тема 3. Адсорбция и поверхностные явления

1. Вопросы для собеседования

- 1) Какие явления называют поверхностными, и каковы причины их вызывающие?
- 2) Что такое поверхностное натяжение? В чем его измеряют? От каких параметров оно зависит?
- 3) Методы определения поверхностного натяжения. Метод отрыва кольца. Метод наибольшего давления. Сталагмометрический метод.
- 4) Классификация веществ по поверхностной активности.
- 5) Правило Траубе-Дюкло. Уравнение Шишковского.

2. Практические задания

- 1) Вычислите поверхностное натяжение раствора, содержащего 0,05 моль/дм³ пропилового спирта, если константы уравнения Шишковского при 20°C равны: $b=0,189$, $a=0,151$.
- 2) При 20°C через сталагмометр пропустили воду (29 капель), затем метанол (78 капель). Как изменится поверхностное натяжение метанола, если увеличить температуру до 55°C? Известно, что $\sigma(\text{CH}_3\text{OH})=0,02$ н/м, $\rho=0,8$ г/см³.
- 3) При 20°C через сталагмометр пропустили воду (30 капель), затем ацетон (96 капель). Вычислите поверхностное натяжение воды, если поверхностное натяжение ацетона 0,03 н/м.
- 4) Вычислите поверхностное натяжение метилового спирта при 20°C, если при сталагмометрическом исследовании получили число капель воды – 30, число капель спирта – 56. Масса капель спирта 3,6 г, масса капель воды 3,62 г. Поверхностное натяжение воды при 20°C равно $7,95 \cdot 10^{-3}$ н/м.

Тема 4. Адсорбция на границе «жидкость-газ»

1. Вопросы для собеседования

- 1) Адсорбция на границе «жидкость – газ».
- 2) Уравнение адсорбции Гиббса.
- 3) Уравнение изотермы адсорбции теории мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.
- 4) Объясните физический смысл входящих в уравнение Ленгмюра величин. При каких условиях это уравнение применимо?

2. Практические задания

- 1) Определите тип адсорбции при растворении в воде азотной кислоты при температуре 20°C, если концентрация азотной кислоты в воде 3,22 моль/дм³, поверхностное натяжение раствора 0,0748 н/м, поверхностное натяжение воды 0,07295 н/м.
- 2) Поверхностное натяжение при 20°C водного раствора с концентрацией гептанола 0,05 моль/дм³ равно 0,0555 н/м. Определите адсорбцию из водного раствора с концентрацией гексанола 0,025 моль/дм³.
- 3) Поверхностное натяжение при 20°C водного раствора поверхностно-активного вещества с концентрацией 0,065 моль/дм³ равно 0,0544 н/м. Вычислите величину адсорбции раствора с концентрацией ПАВ 0,034 моль/дм³.
- 4) Поверхностное натяжение водного раствора ацетона при 20°C равно 0,0556 н/м. Определите поверхностный избыток раствора, содержащего 35 г/дм³, поверхностное натяжение воды – 0,0735 н/м.
- 5) Вычислите величину адсорбции азота на цеолите по уравнению Ленгмюра при давлении 200 н/м², если $\Gamma_{\infty}=0,042$ кг/кг, $K=0,156 \cdot 10^{-2}$.

Тема 5. Адсорбция на поверхности твердых тел

1. Вопросы для собеседования

- 1) Теории адсорбции на твердой поверхности.
- 2) Уравнения адсорбции на твердых сорбентах (Фрейндлиха, Ленгмюра).
- 3) Объясните физический смысл констант уравнения БЭТ. При каких условиях это уравнение выполняется?
- 4) Как определяют константы уравнения БЭТ.
- 5) Что такое капиллярная конденсация и при каких условиях она происходит?
- 6) Смачивание. Контактное и иммерсионное. Как определяют угол, теплоту смачивания?
- 7) Что такое коэффициент Гаркинса? Каково условие растекания жидкостей? Инверсия смачивания. Какое практическое значение имеет?
- 8) Когезия, адгезия и флотация. Сходство и отличие.

2. Практические задания

- 1) Определите величину адсорбции муравьиной кислоты, если в 50 мл раствора с 0,05 моль/дм³ муравьиной кислоты поместили 2 г адсорбента и взболтали до достижения равновесия. На титрование 25 мл отфильтрованного раствора пошло 30 мл раствора щелочи натрия с концентрацией 0,05 моль/дм³.
- 2) Равновесная концентрация уксусной кислоты в растворе равна 0,25 моль/дм³. Рассчитайте величину адсорбции уксусной кислоты на цеолите, если константы в уравнении Фрейндлиха равны $K=0,5$ моль/г, $p=0,5$.
- 3) Рассчитайте равновесную концентрацию уксусной кислоты в растворе, если 1 г цеолита адсорбирует $1,8 \cdot 10^{-3}$ моль кислоты, а константы в уравнении Фрейндлиха равны $K=0,2$ моль/г, $p=0,5$.

3. Фонд тестовых заданий

1. Молекулы поверхностного слоя обладают ...
 - А) меньшей энергией по сравнению с молекулами в объеме фазы
 - Б) одинаковой энергией с молекулами в объеме фазы
 - В) большей энергией по сравнению с молекулами в объеме фазы
 - Г) в зависимости от природы вещества могут обладать большей, меньшей или одинаковой энергией
2. Единицы измерения поверхностного натяжения ...
 - А) Дж/м²
 - Б) Дж/м
 - В) н/м²
 - Г) Дж/моль
3. Поверхностное натяжение жидкости тем больше, чем ...
 - А) больше межмолекулярное взаимодействие внутри жидкости
 - Б) меньше межмолекулярное взаимодействие внутри жидкости
 - В) выше температура
 - Г) больше площадь межфазной поверхности
4. Минимальным межфазным поверхностным натяжением характеризуется двухфазная система ...
 - А) вода – бензол
 - Б) вода – анилин
 - В) вода – гексан
 - Г) вода – толуол
5. Притяжение атомов, молекул, ионов в объеме фазы называется ...
 - А) адгезией
 - Б) адсорбцией
 - В) смачиванием
 - Г) когезией
6. К поверхностным явлениям, сопровождающимся уменьшением площади межфазной поверхности, не относятся ...
 - А) стремление капель жидкости принять сферическую форму
 - Б) растекание жидкости по поверхности твердого тела или другой жидкости
 - В) слияние мелких капель в более крупные (коалесценция)
 - Г) рост кристаллов
7. С увеличением длины углеводородного радикала адсорбция ПАВ из полярных растворителей ...
 - А) возрастает
 - Б) уменьшается
 - В) не изменяется
 - Г) проходит через максимум
8. Для членов гомологического ряда ПАВ с увеличением длины углеводородного радикала величина предельной адсорбции ...
 - А) уменьшается
 - Б) постоянна
 - В) увеличивается
 - Г) изменяется экстремально
9. 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
10. Абсорбция третьего компонента с поверхностным натяжением σ_3 на границе раздела фаз (σ_1 и σ_2) возможна при выполнении условия ...

А) $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$

Б) $\sigma_1 = \sigma_2 < \sigma_3$

В) $\sigma_1 < \sigma_3 < \sigma_2$

Г) $\sigma_2 < \sigma_1 < \sigma_3$

11. Для осуществления ионного обмена в составе катионита должны присутствовать функциональные группы ...

А) $-\text{CN}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NO}_3$

Б) $-\text{NO}$, $-\text{Cl}$, $-\text{CN}$

В) $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$

Г) $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{Br}$, $-\text{NO}_2$

12. Какие вещества относятся к ПИВ?

А) вещества, повышающие при растворении поверхностное натяжение растворителя

Б) вещества, снижающие при растворении поверхностное натяжение растворителя

В) вещества, не изменяющие при растворении поверхностное натяжение растворителя

Г) все органические вещества, независимо от их природы

13. Концентрирование вещества одной фазы на поверхности другой фазы – это ...

А) хемосорбция

Б) адсорбция

В) абсорбция

Г) нет правильного варианта ответа

14. Увеличение концентрации вещества на поверхности раздела фаз называется

А) адсорбцией

Б) абсорбцией

В) хемосорбцией

Г) капиллярной конденсацией

15. К раствору добавили поверхностно-активное вещество ПАВ. Поверхностное натяжение при этом

А) уменьшилось

Б) увеличилось

В) не изменилось

16. Вставьте пропущенное слово или словосочетание «Вещество, на поверхности которого идет адсорбция называют _____, а вещество, которое адсорбируется _____»

17. К гидрофобным адсорбентам относят:

А) активированный уголь

Б) графит

В) тальк

Г) глина

Д) пористые стекла

18. Запишите формулы:

А) Уравнение Гиббса _____

Б) Уравнение Фрейндлиха _____

В) Уравнение Лэнгмюра _____

19. Равнодействующая сила межмолекулярного взаимодействия молекул поверхностного слоя направлена ...

А) тангенциально к поверхности раздела фаз

Б) вдоль поверхности раздела фаз

В) перпендикулярно к поверхности раздела фаз в сторону фазы с меньшим межмолекулярным взаимодействием

Г) перпендикулярно к поверхности раздела фаз в сторону фазы с большим межмолекулярным взаимодействием

20. С повышением температуры поверхностное натяжение чистых жидкостей ...

- А) возрастает
 - Б) уменьшается
 - В) не изменяется
 - Г) изменяется экстремально
21. К поверхностным явлениям, сопровождающимся уменьшением поверхностного натяжения, относятся ...
- А) адсорбция
 - Б) пептизация
 - В) расслоение эмульсии
 - Г) смачивание
22. Правило Траубе-Дюкло справедливо ...
- А) в области больших концентраций ПАВ
 - Б) при любых концентрациях ПАВ
 - В) в области малых концентраций ПАВ
 - Г) в области средних концентраций ПАВ
23. Шероховатость поверхности ...
- А) улучшает смачивание
 - Б) ухудшает смачивание
 - В) не влияет на смачивание
 - Г) улучшает для лиофильных и ухудшает для лиофобных
 - Д) улучшает для лиофобных и ухудшает для лиофильных
24. На границе раздела фаз вода – углеводород правило Траубе-Дюкло выполняется при адсорбции ПАВ из ...
- А) водной (полярной) фазы
 - Б) углеводородной (неполярной) фазы
 - В) полярной и неполярной фазы
25. Какие вещества относятся к ПАВ?
- А) вещества, повышающие при растворении поверхностное натяжение растворителя
 - Б) вещества, снижающие при растворении поверхностное натяжение растворителя
 - В) вещества, не изменяющие при растворении поверхностное натяжение растворителя
 - Г) все неорганические электролиты
26. Поверхностное натяжение – это ...
- А) свободная энергия
 - Б) поверхностная энергия
 - В) избыток свободной энергии, отнесенный к единице площади поверхности
27. Распределение поглощаемого вещества во всём объёме поглотителя называется:
- А) адсорбцией
 - Б) абсорбцией
 - В) хемосорбцией
 - Г) капиллярной конденсацией
28. К гидрофильным адсорбентам относят:
- А) активированный уголь
 - Б) графит
 - В) тальк
 - Г) силикагель
 - Д) глина

Тема 6. Классификация и свойства сорбентов

1. Вопросы для собеседования

- 1) Какие критерии необходимо учитывать при разработке материалов сорбентов?
- 2) Какие требования предъявляют к технологиям получения сорбентов?

- 3) Дайте характеристику следующим свойствам сорбентов: насыпная плотность, химическая стойкость, суммарный объем пор, фракционный состав, влажность, суммарная пористость, механическая прочность, водородный показатель водной вытяжки, сорбционная емкость.
- 4) Приведите классификацию сорбентов по исходному сырью.
- 5) Приведите классификацию сорбентов по структуре.
- 6) Приведите классификацию сорбентов по дисперсности.
- 7) Охарактеризуйте активированный уголь как сорбент.
- 8) Охарактеризуйте силикагель как сорбент.
- 9) Охарактеризуйте цеолиты как сорбенты.
- 10) Что такое иониты? На какие группы их классифицируют?

Тема 7. Методики определения параметров и показателей сорбционных и десорбционных процессов на основании лабораторных исследований

1. Вопросы для собеседования

- 1) Как производят определение кинетики сорбции?
- 2) Как производят определение параметров десорбционных процессов?
- 3) Как производят определение показателей десорбционных процессов?
- 4) Как производят проведение полупромышленных испытаний?

2. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1

1. В чем заключается химическая сорбция?
2. Чем объясняется поглощающая способность адсорбентов?
3. Какие критерии необходимо учитывать при разработке материалов сорбентов?
4. Дайте характеристику следующим свойствам сорбентов: насыпная плотность, химическая стойкость, суммарный объем пор.
5. Приведите классификацию сорбентов по исходному сырью.
6. Охарактеризуйте активированный уголь как сорбент.

Вариант 2

1. В чем заключается физическая сорбция?
2. Дайте характеристику активированной адсорбции.
3. Какие требования предъявляют к технологиям получения сорбентов?
4. Дайте характеристику следующим свойствам сорбентов: фракционный состав, влажность, суммарная пористость.
5. Приведите классификацию сорбентов по структуре.
6. Охарактеризуйте силикагель как сорбент.

Вариант 3

1. В чем заключается биологическая сорбция?
2. Дайте характеристику физической адсорбции.
3. Что такое иониты? На какие группы их классифицируют?
4. Дайте характеристику следующим свойствам сорбентов: механическая прочность, водородный показатель водной вытяжки, сорбционная емкость.
5. Приведите классификацию сорбентов по дисперсности.
6. Охарактеризуйте цеолиты как сорбенты.

**Перечень вопросов и заданий,
выносимых на экзамен**

1. Сорбция. Виды сорбции и их краткая характеристика.
2. Абсорбция. Адсорбция. Их виды и химические основы.
3. Классификация сорбентов.
4. Требования, предъявляемые к сорбентам и их производству.
5. Свойства сорбентов.
6. Характеристика основных сорбентов: цеолитов, силикагеля, углей.
7. Поверхностные явления. Понятие поверхностного натяжения.
8. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Трабе. Уравнение Шишковского.
9. Адсорбция на границе «жидкость–газ». Уравнения изотермы Гиббса и Ленгмюра.
10. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра на границе «жидкость–газ».
11. Адсорбция газов и паров на поверхности твердых тел. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.
12. Уравнение Фрейндлиха. Теория полимолекулярной адсорбции Поляни.
13. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ.
14. Адсорбция растворенного в жидкости вещества на твердом адсорбенте. Смачивание. Уравнение Юнга.
15. Молекулярная адсорбция из растворов. Правило Шилова. Правило уравнивания полярностей Ребиндера
16. Ионная адсорбция из растворов. Факторы, влияющие на ионную адсорбцию. Правило Панета-Фаянса.
17. Ионообменная адсорбция. Иониты.
18. Адгезия. Когезия. Капиллярная конденсация.

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-5 Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках				
1.	Задание закрытого типа	<i>Выберите все правильные ответы:</i> К гидрофобным адсорбентам относят: А) активированный уголь Б) графит В) тальк Г) глина Д) пористые стекла	АБВ	1
2.		<i>Выберите все правильные ответы:</i> К гидрофильным адсорбентам относят: А) активированный уголь Б) графит	ГД	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		В) тальк Г) силикагель Д) глина		
3.		<i>Выберите правильный ответ:</i> С увеличением длины углеводородного радикала адсорбция ПАВ из полярных растворителей ... А) возрастает Б) уменьшается В) не изменяется Г) проходит через максимум	А	1
4.		<i>Выберите правильный ответ:</i> 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
5.	Задание открытого типа	<i>Дайте развернутый ответ на вопрос (2-3 предложения):</i> Какие свойства сорбентов необходимо контролировать?	Для эффективной сорбционной очистки углеводородов от примесей необходим постоянный контроль физико-механических, химических и физико-химических (сорбционных) характеристик вновь получаемых, используемых и регенерированных сорбентов. Основные свойства сорбентов: насыпная плотность; фракционный состав; механическая плотность на истирание; влажность; зольность (для углей); водородный показатель (рН) водной вытяжки; суммарный объем пор; суммарная пористость; сорбционная емкость;	3-4

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
6.		<i>Дайте развернутый ответ на вопрос (2-3 предложения):</i> Какие критерии необходимо учитывать при разработке материалов сорбентов?	При разработке 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 промысловых вод и затраты на их утилизацию; - транспортные затраты на доставку сырья, материалов и сорбентов к месту их использования, зависящие от емкости сорбентов и возможности использования местного регионального сырья при производстве сорбентов;	5-6

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			- транспортные расходы на доставку использованных сорбентов к месту их утилизации или переработки; - затраты на переработку, утилизацию, захоронение; - экологическую безопасность процессов переработки использованных сорбентов.	
7.		<i>Дайте развернутый ответ на вопрос (2-3 предложения):</i> 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 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;	4-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			☐ 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 круговорот веществ в природе.	
8.		<i>Дайте развернутый ответ на вопрос (2-3 предложения):</i> 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

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
9.	Задания комбинированного типа	<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
10.		Приведите уравнение Фрейндлиха. Как определить константы данного уравнения?	Эмпирическое уравнение Фрейндлиха: $\Gamma = Kc^{1/n}$, где K и $1/n$ — константы, зависящие от природы газа и температуры и не зависящие от равновесного давления газа в системе. Постоянные в уравнении Фрейндлиха K и $1/n$ находят на основе опытных данных. Для этого степенное уравнение логарифмируют. $\ln A = \ln K + 1/n \cdot \ln p$. В координатах $\ln A - \ln p$ — это уравнение прямой, не проходящей через начало координат. Тангенс угла наклона α равен $1/n$, а отрезок, отсекаемый ею на оси ординат, равен $\ln K$.	3-4

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (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 (модулю)

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 (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Ответ на занятия	7 / 2	14	по расписанию
2.	Участие в круглом столе	1 / 2	2	по расписанию
3.	Выполнение практического задания	3 / 3	9	
4.	Тестирование	1 / 5	5	
5.	Контрольная работа	1 / 10	10	по расписанию
Всего			40	-
Блок бонусов				
6.	Посещение занятий	15 / 0,5	7,5	по расписанию
7.	Своевременное выполнение всех заданий	10 / 0,25	2,5	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
8.	Экзамен		50	по расписанию
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-0,5
Нарушение учебной дисциплины	-1
Неготовность к занятию	-1
Пропуск занятия без уважительной причины	-1

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

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
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. Поверхностные явления. Адсорбция [Электронный ресурс]: Учебное пособие. / Улитин М.В, Филиппов Д.В., Федорова А.А. - Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2014. - http://www.studentlibrary.ru/book/ghu_025.html
3. 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> (ЭБС «Консультант студента»)

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.

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 «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя лекционную аудиторию, аудиторию для лабораторных работ. 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).