

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
«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой фундаментальной
и прикладной химии

 Л.А. Джигола
«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аппаратное обеспечение технологических процессов»

Составитель

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

Согласовано с работодателями:

**Фидурова С.Н., заместитель начальника отдела
физико-химических исследований
ИТЦ «Газпром добыча Астрахань»,
Федорова И.В., начальник химико-аналитического
отдела испытательный Центр филиала
ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»-
ЦЛАТИ по Астраханской области**

Направление подготовки

04.04.01 ХИМИЯ

Направленность (профиль) ОПОП

НЕФТЕХИМИЯ

Квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год приема

2024

Курс

2

Семестры

3-4

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Аппаратное обеспечение технологических процессов» является формирование современных представлений об общих закономерностях типовых процессов переработки нефти и газа и аппаратуры для их реализации.

1.2. Задачи освоения дисциплины: изучение теоретических основ типовых процессов нефтегазопереработки и нефтехимии, а также принципов устройства оборудования для осуществления этих процессов. Знание указанных вопросов позволяет ориентироваться в том многообразии конкретных технологических процессов и аппаратуре, которое характерно для современной нефтегазопереработки и нефтехимии, и разрабатывать пути их совершенствования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Аппаратное обеспечение технологических процессов» относится к факультативам и осваивается в 3-4 семестрах.

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 неорганической, органической, физической химии.

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

- Неорганическая химия, Органическая химия, Физическая химия:

Знания: теоретических основ неорганической, органической, физической химии.

Умения: использовать теоретические основы неорганической, органической, физической химии.

Навыки: техники безопасности при выполнении работ в лаборатории, регистрации и обработки результатов аналитических 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:

- Математическое моделирование в нефтехимических технологиях;

- Безопасность жизнедеятельности в нефтехимическом производстве.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

в) 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 компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-1	ПК-1.1. Собирает информацию по тематике научного проекта в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных	типовые процессы переработки нефти и газа	выявлять общие закономерности типовых процессов переработки нефти и газа	навыками применения процессов и аппаратов переработки нефти и газа
	ПК-1.2. Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии	основные аппараты, используемые для их реализации	анализировать основные аппараты, используемые для их реализации	навыками пользования методами отбора материала для теоретических занятий и лабораторных работ

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в академических часах	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	16
- занятия лекционного типа, в том числе:	-
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	16
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- консультация (предэкзаменационная)	-
- промежуточная аттестация по дисциплине	-
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	128
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	зачет – 3,4 семестры

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)
для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточно й аттестации [по семестрам]	
	Л		ПЗ		ЛР					КР / К П
	Л	в т.ч · П П	П З	в т.ч · П П	Л Р	в т.ч · П П				
Семестр 3.										
Тема 1. Классификация основных процессов и аппаратов переработки нефти и газа					2			14	16	Собеседование
Тема 2. Массообменные процессы и аппараты					4			14	18	Собеседование Круглый стол Контрольная работа 1
Тема 3. Гидромеханические процессы и аппараты					2			18	20	Собеседование
Тема 4. Механические процессы и аппараты					2			16	18	Собеседование
Консультации									-	
Контроль промежуточной аттестации										Зачет
ИТОГО за семестр:					10			62	72	
Семестр 4.										
Тема 5. Тепловые процессы и аппараты					2			32	34	Собеседование
Тема 6. Химические процессы и аппараты					4			34	38	Собеседование Круглый стол Контрольная работа 2
Консультации									-	
Контроль промежуточной аттестации										Зачет
ИТОГО за семестр:					6			66	72	
Итого за весь период					16			128	144	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; 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-1	
Тема 1. Классификация основных процессов и аппаратов переработки нефти и газа	16	+	1

Тема 2. Массообменные процессы и аппараты	18	+	1
Тема 3. Гидромеханические процессы и аппараты	20	+	1
Тема 4. Механические процессы и аппараты	18	+	1
Тема 5. Тепловые процессы и аппараты	34	+	1
Тема 6. Химические процессы и аппараты	38	+	1
Итого	144		1

Краткое содержание учебной дисциплины

Тема 1. Классификация основных процессов и аппаратов переработки нефти и газа

Классификация процессов по способу создания движущей силы: массообменные, гидромеханические, механические, тепловые, химические. Классификация аппаратов и машин для проведения типовых процессов. Классификация по способу осуществления во времени: периодические и непрерывные.

Тема 2. Массообменные процессы и аппараты

Общие признаки массообменных процессов. Способы выражения состава фаз. Основные законы массообмена. Правило фаз и его применение к процессам массообмена. Основные законы фазового равновесия. Испарение. Конденсация. Перегонка. Перегонные кубы. Ректификация. Ректификационные колонны. Абсорбция, адсорбция, десорбция. Экстракция. Экстракторы. Сушка. Сушилки. Кристаллизация.

Тема 3. Гидромеханические процессы и аппараты

Дисперсные системы. Дисперсная среда. Дисперсная фаза. Суспензии. Эмульсии. Пыли и дымы. Туманы. Аэрозоли. Инверсия фаз. Отстаивание, отстойники. Фильтрация, фильтры. Центрифугирование, центрифуги. Перемешивание, мешалки, смесители. Течение через слой сыпучих материалов.

Тема 4. Механические процессы и аппараты

Законы механики твердых тел. сжатие. Сдвиг. Растяжение. Разность сил, давлений. Градиент напряжений. Измельчение, мельницы. Рассев, классификаторы. Транспортирование, транспортеры. Дозирование, питатели. Смешивание, смесители.

Тема 5. Тепловые процессы и аппараты

Тепловые процессы. Температура. Теплоносители. Теплопроводность. Конвекция. Теплообмен излучением. Основные характеристики интенсивности передачи тепла. Потери тепла в окружающую среду и меры по их уменьшению. Нагревание, трубчатые печи. Охлаждение, холодильные машины. Теплообмен, теплообменники. Испарение, испарители. Конденсация, конденсаторы. Плавление, затвердевание.

Тема 6. Химические процессы и аппараты

Основные закономерности нефтехимических процессов. Реактор. Регенератор. Каталитические и некаталитические реакции. Гомогенные и гетерогенные процессы. Экзотермические и эндотермические реакции. Периодически и непрерывно действующие реакторы. Прямоточные, противоточные и ступенчато-противоточные реакционные устройства. Аппараты идеального вытеснения, идеального смешения и частичного смешения. Изотермические, адиабатические и политропические реакторы. Каталитический риформинг. Каталитический крекинг. Изомеризация. Гидроочистка. Гидрокрекинг. Коксование. Пиролиз. Гидрогенизация. Окисление. Алкилирование изопарафиновых углеводородов. Алкилирование бензола. Дегидрирование. Изомеризация. Полимеризация. Реакторы пустотелые. Реакторы с неподвижным слоем. Реакторы с псевдоожиженным слоем. Реакторы с фонтанирующим слоем. Реакторы с движущимся слоем. Реакторы с перемешивающими устройствами.

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.).

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 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. 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. Мановян, А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: Учебное пособие для вузов. – М.: Химия, 2001. – 568 с.

3. Романков П.Г., Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. - 3-е изд., испр. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2010 - 544 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081826.html>

4. Фролов, В.Ф., Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] / Фролов В.Ф. - 2-е изд., истр. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2008 - 608 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081581.html>

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1. Классификация основных процессов и аппаратов	14	Индивидуальная

переработки нефти и газа Классификация процессов по способу создания движущей сил: массообменные, гидромеханические, механические, тепловые, химические. Классификация аппаратов и машин для проведения типовых процессов. Классификация по способу осуществления во времени: периодические и непрерывные.		работа
Тема 2. Массообменные процессы и аппараты Общие признаки массообменных процессов. Способы выражения состава фаз. Основные законы массообмена. Правило фаз и его применение к процессам массообмена. Основные законы фазового равновесия. Испарение. Конденсация. Перегонка. Перегонные кубы. Ректификация. Ректификационные колонны. Абсорбция, адсорбция, десорбция. Экстракция. Экстракторы. Сушка. Сушилки. Кристаллизация.	14	Индивидуальная работа
Тема 3. Гидромеханические процессы и аппараты Дисперсные системы. Дисперсная среда. Дисперсная фаза. Суспензии. Эмульсии. Пыли и дымы. Туманы. Аэрозоли. Инверсия фаз. Отстаивание, отстойники. Фильтрование, фильтры. Центрифугирование, центрифуги. Перемешивание, мешалки, смесители. Течение через слой сыпучих материалов.	18	Индивидуальная работа
Тема 4. Механические процессы и аппараты Законы механики твердых тел. сжатие. Сдвиг. Растяжение. Разность сил, давлений. Градиент напряжений. Измельчение, мельницы. Рассев, классификаторы. Транспортирование, транспортеры. Дозирование, питатели. Смешивание, смесители.	16	Индивидуальная работа
Тема 5. Тепловые процессы и аппараты Тепловые процессы. Температура. Теплоносители. Теплопроводность. Конвекция. Теплообмен излучением. Основные характеристики интенсивности передачи тепла. Потери тепла в окружающую среду и меры по их уменьшению. Нагревание, трубчатые печи. Охлаждение, холодильные машины. Теплообмен, теплообменники. Испарение, испарители. Конденсация, конденсаторы. Плавление, затвердевание.	32	Индивидуальная работа
Тема 6. Химические процессы и аппараты Основные закономерности нефтехимических процессов. Реактор. Регенератор. Каталитические и некаталитические реакции. Гомогенные и гетерогенные процессы. Экзотермические и эндотермические реакции. Периодически и непрерывно действующие реакторы. Прямоточные, противоточные и ступенчато-противоточные реакционные устройства. Аппараты идеального вытеснения, идеального смешения и частичного смешения. Изотермические, адиабатические и политропические реакторы. Каталитический риформинг. Каталитический крекинг. Изомеризация. Гидроочистка. Гидрокрекинг. Коксование. Пиролиз. Гидрогенизация. Окисление. Алкилирование изопарафиновых углеводородов. Алкилирование бензола. Дегидрирование. Изомеризация. Полимеризация. Реакторы пустотелые.	34	Индивидуальная работа

Реакторы с неподвижным слоем. Реакторы с псевдооживленным слоем. Реакторы с фонтанирующим слоем. Реакторы с движущимся слоем. Реакторы с перемешивающими устройствами.		
--	--	--

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. В конце работы ставится число и подпись.

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. Классификация основных процессов и аппаратов переработки нефти и газа	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 2. Массообменные процессы и аппараты	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 3. Гидромеханические процессы и аппараты	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 4. Механические процессы и аппараты	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 5. Тепловые процессы и аппараты	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 6. Химические процессы и аппараты	Не предусмотрено	Не предусмотрено	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. <https://library.asu.edu.ru/catalog/> (Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»)
2. <https://journal.asu.edu.ru/> (Электронный каталог «Научные журналы АГУ»)

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 «Аппаратное обеспечение технологических процессов» 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. Классификация основных процессов и аппаратов переработки нефти и газа	ПК-1	Собеседование
Тема 2. Массообменные процессы и аппараты	ПК-1	Собеседование Круглый стол Контрольная работа 1

Тема 3. Гидромеханические процессы и аппараты	ПК-1	Собеседование
Тема 4. Механические процессы и аппараты	ПК-1	Собеседование
Тема 5. Тепловые процессы и аппараты	ПК-1	Собеседование
Тема 6. Химические процессы и аппараты	ПК-1	Собеседование Круглый стол 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 «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

Тема 1. Классификация основных процессов и аппаратов переработки нефти и газа

1. Вопросы для собеседования

- 1) Классификация процессов по способу создания движущей силы: массообменные, гидромеханические, механические, тепловые, химические.
- 2) Классификация аппаратов и машин для проведения типовых процессов.
- 3) Классификация по способу осуществления во времени: периодические и непрерывные.

Тема 2. Массообменные процессы и аппараты

1. Вопросы для собеседования

- 1) Общие признаки массообменных процессов.
- 2) Способы выражения состава фаз.
- 3) Основные законы массообмена.
- 4) Правило фаз и его применение к процессам массообмена.
- 5) Основные законы фазового равновесия.
- 6) Испарение.
- 7) Конденсация.
- 8) Перегонка.
- 9) Перегонные кубы.
- 10) Ректификация.
- 11) Ректификационные колонны.
- 12) Абсорбция, адсорбция, десорбция.
- 13) Экстракция. Экстракторы.
- 14) Сушка. Сушилки.
- 15) Кристаллизация.

2. Перечень дискуссионных тем для круглого стола

- 1) Выбор абсорбентов для очистки природного газа.

3. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1

1. Классификация процессов по способу создания движущей силы процесса.
2. Назначение расчета процессов и аппаратов.
3. Перегонка
4. Кристаллизаторы

Вариант 2

1. Классификация процессов по способу осуществления во времени.
2. Технологический расчет процессов и аппаратов.
3. Ректификация
4. Сушилки

Вариант 3

1. Классификация аппаратов по способу создания движущей силы процесса.
2. Гидравлический расчет процессов и аппаратов.
3. Абсорбция
4. Перегонные кубы

Вариант 4

1. Классификация процессов по способу осуществления во времени.
2. Назначение расчета процессов и аппаратов.
3. Десорбция
4. Ректификационные колонны

Вариант 5

1. Классификация аппаратов по способу создания движущей силы процесса.
2. Технологический расчет процессов и аппаратов.
3. Адсорбция
4. Экстракторы

Тема 3. Гидромеханические процессы и аппараты***1. Вопросы для собеседования***

- 1) Дисперсные системы. Дисперсная среда. Дисперсная фаза.
- 2) Суспензии. Эмульсии. Пыли и дымы. Туманы. Аэрозоли.
- 3) Инверсия фаз.
- 4) Отстаивание, отстойники.
- 5) Фильтрация, фильтры.
- 6) Центрифугирование, центрифуги.
- 7) Перемешивание, мешалки, смесители.
- 8) Течение через слой сыпучих материалов.

Тема 4. Механические процессы и аппараты***1. Вопросы для собеседования***

- 1) Законы механики твердых тел.
- 2) Сжатие. Сдвиг. Растяжение.
- 3) Разность сил, давлений. Градиент напряжений.
- 4) Измельчение, мельницы.
- 5) Рассев, классификаторы.
- 6) Транспортирование, транспортеры.
- 7) Дозирование, питатели.
- 8) Смешивание, смесители.

Тема 5. Тепловые процессы и аппараты***1. Вопросы для собеседования***

- 1) Тепловые процессы.
- 2) Температура. Теплоносители.
- 3) Теплопроводность. Конвекция. Теплообмен излучением.
- 4) Основные характеристики интенсивности передачи тепла.
- 5) Потери тепла в окружающую среду и меры по их уменьшению.
- 6) Нагревание, трубчатые печи.
- 7) Охлаждение, холодильные машины.
- 8) Теплообмен, теплообменники.
- 9) Испарение, испарители.
- 10) Конденсация, конденсаторы.
- 11) Плавление, затвердевание.

Тема 6. Химические процессы и аппараты***1. Вопросы для собеседования***

- 1) Основные закономерности нефтехимических процессов.
- 2) Реактор. Регенератор.
- 3) Каталитические и некаталитические реакции.
- 4) Гомогенные и гетерогенные процессы.
- 5) Экзотермические и эндотермические реакции.
- 6) Периодически и непрерывно действующие реакторы.
- 7) Прямоточные, противоточные и ступенчато-противоточные реакционные устройства.
- 8) Аппараты идеального вытеснения, идеального смешения и частичного смешения.

- 9) Изотермические, адиабатические и политропические реакторы.
- 10) Каталитический риформинг.
- 11) Каталитический крекинг.
- 12) Изомеризация.
- 13) Гидроочистка.
- 14) Гидрокрекинг.
- 15) Коксование.
- 16) Пиролиз.
- 17) Гидрогенизация.
- 18) Окисление.
- 19) Алкилирование изопарафиновых углеводородов. Алкилирование бензола.
- 20) Дегидрирование.
- 21) Изомеризация.
- 22) Полимеризация.
- 23) Реакторы пустотелые.
- 24) Реакторы с неподвижным слоем.
- 25) Реакторы с псевдоожиженным слоем.
- 26) Реакторы с фонтанирующим слоем.
- 27) Реакторы с движущимся слоем.
- 28) Реакторы с перемешивающими устройствами.

2. Перечень дискуссионных тем для круглого стола

- 1) Выбор реактора для процесса алкилирования.

3. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1

1. Отстойники
2. Центрифугирование
3. Измельчение
4. Классификаторы
5. Нагревание
6. Испарители
7. Крекинг
8. Реакторы пустотелые

Вариант 2

1. Фильтры
2. Перемешивание
3. Рассев
4. Транспортёры
5. Охлаждение
6. Конденсаторы
7. Коксование
8. Реакторы с неподвижным слоем

Вариант 3

1. Центрифуги
2. Отстаивание
3. Транспортирование
4. Дозаторы
5. Испарение
6. Плавильные печи
7. Пиролиз

8. Реакторы с псевдооживленным слоем

Вариант 4

1. Мешалки
2. Течение среды через слой сыпучих материалов
3. Дозирование
4. Смесители
5. Конденсация
6. Кристаллизаторы
7. Риформинг
8. Реакторы с фонтанирующим слоем

Вариант 5

1. Аппараты с псевдооживленным слоем
2. Перемешивание
3. Смешивание
4. Дробилки
5. Плавление
6. Теплообменники
7. Полимеризация
8. Реакторы с движущимся слоем

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	Адсорбция относится к А) тепловым процессам Б) массообменным процессам В) механическим процессам Г) гидромеханическим процессам	Б	1
2.		Реакции с применением катализаторов не протекают в реакторах А) пустотелых Б) с неподвижным слоем В) с фонтанирующим слоем Г) с движущимся слоем	А	1
3.		Часть ректификационной колонны, куда вводится сырье, называется А) секцией питания Б) эвапорационным пространством	АБ	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		В) концентрационной частью Г) отгонной частью		
4.		Массообменный колонный аппарат для извлечения из насыщенного абсорбента компонентов, поглощённых в процессе абсорбции, и получения регенерированного абсорбента – это А) адсорбер Б) абсорбер В) десорбер Г) экстрактор	В	1
5.	Задание открытого типа	Чем характеризуются непрерывные процессы?	Непрерывные процессы характеризуются единством времени проведения всех стадий процесса, каждая из которых осуществляется в специальном аппарате, благодаря чему непрерывные процессы характеризуются установившимся во времени режимом. При этом обеспечивается непрерывный подвод исходных материалов и вывод получаемых в результате процесса продуктов. Установившееся состояние понимается как среднестатистическое, так как неизбежны случайные колебания параметров процесса во времени.	4-5
6.		Каковы недостатки периодических процессов?	Нестационарность периодических процессов затрудняет их автоматизацию,	4-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			усложняет эксплуатацию аппаратуры, усложняет конструкцию аппаратов и создание крупнотоннажных производств. Однако в целом ряде малотоннажных производств и опытных установок периодические процессы имеют широкое распространение.	
7.		Приведите классификацию химических реакторов	Реакционные устройства классифицируются по следующим признакам: по характеру действия – периодические и непрерывные; в зависимости от направлений потоков реагентов или катализаторов – прямоточные, противоточные и ступенчато-противоточные; в зависимости от гидродинамических особенностей – аппараты идеального вытеснения, идеального смешения и частичного смешения; по термодинамическим признакам – реакторы изотермические, адиабатические и политропические; по назначению – реакторы риформинга, каталитического крекинга, гидрокрекинга,	5-6

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			регенераторы, коксовые камеры, реакционные змеевики печи пиролиза и т.д.	
8.		Охарактеризуйте аппараты идеального смешения	В аппаратах идеального смешения поступающий поток практически мгновенно перемешивается, а образовавшаяся смесь состоит из частиц сырья и продуктов реакции, а также свежего и отработанного катализатора. Продолжительность пребывания различных частиц в проточных аппаратах идеального смешения неодинакова, для одних она превышает среднее значение, для других не достигает его. Примером может служить аппарат с мешалкой непрерывного действия, реакторы с псевдоожиженным слоем катализатора и др.	3-4
9.	Задания комбинированного типа	<i>Выберите правильный ответ и аргументируйте его:</i> К стадиям проектирования относятся: а) проектное задание б) технический проект в) рабочие чертежи	а, б, в В проектном задании решаются основные принципиальные вопросы, определяются выбор технологической схемы процесса, набор основного оборудования. Расчеты выполняются по укрупненным показателям, позволяющим выбрать тип оборудования, его	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			габариты, массу, энергетические и материальные затраты. Более подробные расчеты на этой стадии проектирования выполняются для оборудования нового типа. В рабочих чертежах разрабатывают подробную техническую документацию (чертежи, расчеты, макеты и т.п.), которая дает возможность изготовить необходимую технологическую оснастку, детали, узлы и аппарат в целом; эта документация позволяет осуществить конкретное материальное исполнение инженерных решений. При этом возможны коррективы технической документации, ранее принятой в техническом проекте.	
10.		<i>Выберите правильный ответ и аргументируйте его:</i> В ректификационных колонках протекает процесс А) перегонки Б) адсорбции В) экстракции Г) кристаллизации	А Ректификацией называется диффузионный процесс разделения жидких смесей взаимно растворимых компонентов, различающихся по температурам кипения, который осуществляют путем противоточного, многократного контактирования	4-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			неравновесных паров и жидкой фаз. Вступающие в контакт пары и жидкость при ректификации не находятся в равновесии, но в результате контакта фазы стремятся достичь его или приблизиться к этому состоянию. При этом происходит выравнивание температур и давлений в фазах и перераспределение компонентов между ними.	

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 4 и 5 семестрах по учебному курсу определяется как сумма баллов, полученных студентом по различным формам текущего и промежуточного контроля в течение данного семестра. Успешность изучения дисциплины в течение семестра оценивается, исходя из 100 максимально возможных баллов (90 баллов на текущие формы контроля и до 10 баллов отводится на бонусы), которые накапливаются студентом в течение всего семестра изучения дисциплины.

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
3 семестр				
Основной блок				
1.	Ответ на занятии	4 / 10	40	по расписанию
2.	Участие в круглом столе	1 / 10	10	по расписанию
3.	Контрольная работа	1 / 30	30	по расписанию
Всего			80	-
Блок бонусов				
4.	Посещение занятий	10 / 0,6	6	по расписанию

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
5.	Своевременное выполнение всех заданий	4 / 1	4	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
6.	Диф. зачет		10	
Всего			10	-
ИТОГО			100	-
4 семестр				
Основной блок				
1.	Ответ на занятии	2 / 20	40	по расписанию
2.	Участие в круглом столе	1 / 10	10	по расписанию
3.	Контрольная работа	1 / 30	30	по расписанию
Всего			80	-
Блок бонусов				
4.	Посещение занятий	6 / 1	6	по расписанию
5.	Своевременное выполнение всех заданий	2 / 2	4	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
7.	Диф. зачет		10	
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-0,5
Нарушение учебной дисциплины	-0,5
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)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

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, 2001. – 568 с.

2. Романков П.Г., Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. - 3-е изд., испр. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2010 - 544 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081826.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. Фролов, В.Ф., Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] / Фролов В.Ф. - 2-е изд., истр. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2008 - 608 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081581.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 «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя аудиторию для лабораторных работ. Проведение занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

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. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также

сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).