



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	3

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Металлургии и химических технологий
29.01.2025, протокол № 5

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
02.04.2025 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
ассистент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  В.И.
Сысоев

Рецензент:
зав. кафедрой ЛПиМ, канд. техн. наук  Н.А. Феокистов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины "Химия и технология природного газа" является формирование у обучающегося базового представления о современных процессах переработки природного и попутного нефтяного газов с получением основных товарных продуктов: товарного природного газа, сжиженного природного газа (СПГ), иных сжиженных углеводородных газов, широкой фракции легких углеводородов, этановой фракции, стабильного конденсата, гелия, водорода, технического углерода, а также широкого спектра химических продуктов динамично развивающегося направления глубокой переработки природного и попутного нефтяного газов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Химия и технология переработки природного газа входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Физическая химия

Введение в направление

Общая химическая технология

Процессы и аппараты химической технологии

Техническая термодинамика и теплотехника

Органическая химия

Коллоидная химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Продвижение научной продукции

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Проектная деятельность

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Планирование эксперимента и моделирование химико-технологических процессов

Учебно-исследовательская работа студента

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Химия и технология переработки природного газа» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен осуществлять контроль технологических процессов, качества сырья и выпускаемой продукции топливно-энергетического комплекса
ПК-3.1	Осуществляет контроль технологических процессов, качества сырья и выпускаемой продукции топливно-энергетического комплекса

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 76,1 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 32,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Обзор современного состояния газоперерабатывающей промышленности в России и за рубежом								
1.1 Число и мощность газоперерабатывающих заводов (ГПЗ) в России и за рубежом. Основные виды производимой ГПЗ продукции: товарный газ, в том числе СПГ, широкая фракция легких углеводородов, сжиженные углеводородные газы, стабильный газовый конденсат и продукты его переработки, газовая сера, одорант, гелий, водород, технический углерод.	4	2		2	2	Изучение данных официальной статистики Росстата.		ПК-3.1
1.2 Основные требования нормативно-технической документации к продукции ГПЗ и направления ее дальнейшего использования.		2		2	2	Изучение ГОСТ и ТУ на виды рассматриваемой продукции.		ПК-3.1
1.3 Основные современные тенденции развития ГПЗ, развитие химии С1, обзор перспективных процессов химической переработки природного газа, в том числе каталитических		2		2	2	Изучение патентной литературы.		ПК-3.1

процессов.								
Итого по разделу		6		6	6			
2. Химические и физико-химические свойства природного и попутного нефтяного газов								
2.1 Происхождение ПГ и ПНГ. Газовые гидраты. Классификация и химический состав ПГ и ПНГ, поступающих на ГПЗ. Физико-химические свойства. Методы физико-химического анализа газов и входной контроль на ГПЗ.	4	2		2	2	Изучение литературы по теме.	Дискуссия. Устный опрос.	ПК-3.1
2.2 Компримирование входящих газов. Очистка и осушка. Основное оборудование и процессы подготовки сырья ГПЗ.		2		2	2	Изучение литературы по теме.	Дискуссия. Устный опрос.	ПК-3.1
2.3 Сероочистка и контроль содержания серы в сернистых разновидностях ПГ. Абсорбционные, адсорбционные и иные современные методы сероочистки.		2		2	2	Изучение литературы по теме.	Дискуссия. Устный опрос.	ПК-3.1
Итого по разделу		6		6	6			
3. Базовая переработка природного и попутного нефтяного газов								
3.1 Процессы и аппараты технологий отбензинивания, производства газовой серы, ШФЛУ, технического углерода	4	2		2	2	Обзор литературы по теме.	Устный опрос. Дискуссия.	ПК-3.1
3.2 Процессы и аппараты технологии получения гелия		2		2	2	Обзор литературы по теме	Устный опрос. Дискуссия.	ПК-3.1
3.3 Процессы и аппараты технологии извлечения углеводородов из природного газа.		2		2	2	Изучение литературы по теме.	Устный опрос. Дискуссия.	ПК-3.1
Итого по разделу		6		6	6			
4. Глубокая переработка природного и попутного нефтяного газов с получением химических продуктов								
4.1 C1-химия: получение синтез-газа и реакции с участием монооксида и диоксида углерода, метанола, формальдегида, циановодорода для получения химических продуктов. Основные процессы и аппараты технологий.	4	2		2	2	Изучение литературы по теме	Устный опрос. Дискуссия	ПК-3.1
4.2 Получение из синтез-		2		2	2	Изучение	Устный опрос.	ПК-3.1

газа, полученного переработкой СПГ, синтетических жидких топлив, а также прямые методы конверсии ПГ в товарные компоненты топлив.						литературы по теме	Дискуссия	
4.3 Каталитические процессы в технологиях глубокой переработки ПГ и ПНГ.	4	2		2	2	Изучение литературы по теме.	Устный опрос. Дискуссия	ПК-3.1
Итого по разделу		6		6	6			
5. Получение и использование сжиженного природного газа (СПГ)								
5.1 Физико-химические основы технологий производства СПГ. Процессы и аппараты.	4	2		2	2	Изучение литературы по теме	Устный опрос. Дискуссия	ПК-3.1
5.2 Хранение и транспортировка СПГ. Основные требования потребителей к качеству СПГ.		2		2	2			ПК-3.1
5.3 Регазификация СПГ: основные процессы и аппараты технологии.		2		2	2	Изучение литературы по теме.	Устный опрос. Дискуссия	ПК-3.1
Итого по разделу		6		6	6			
6. Получение водорода из природного газа и его использование, в том числе в металлургической отрасли								
6.1 Классификация водорода по способу получения и основные его потребители. Водород в металлургии и перспективы его использования.	4	2		2	2	Изучение литературы по теме	Устный опрос. Дискуссия	ПК-3.1
6.2 Основные процессы и аппараты технологий конверсии природного газа для получения водорода. Очистка водорода и его компримирование.		2		2	0,2	Изучение литературы по теме	Устный опрос. Дискуссия	ПК-3.1
6.3 Основные современные мировые и российские мощности по производству водорода и динамика их развития.		2		2		Изучение литературы по теме	Устный опрос. Дискуссия.	ПК-3.1
Итого по разделу		6		6	2,2			
7. Экзамен								
7.1 Экзамен	4							ПК-3.1
Итого по разделу								
Итого за семестр		36		36	32,2		экзамен	
Итого по дисциплине		36		36	32,2		экзамен	

5 Образовательные технологии

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых результатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологичность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Основными признаками образовательной технологии в ее современном понимании являются:

- детальное описание образовательных целей;
- поэтапное описание (проектирование) способов достижения заданных результатов-целей;
- использование обратной связи с целью корректировки образовательного процесса;
- гарантированность достигаемых результатов;
- воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя;
- оптимальность затрачиваемых ресурсов и усилий.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеауди-торной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Ахмедьянова, Р. А. Технологические процессы переработки и использования природного газа : учебное пособие / Р. А. Ахмедьянова, А. П. Рахматуллина, Л. М. Шайхутдинова. - Санкт-Петербург : ЦОП «Профессия», 2016. - 368 с. - ISBN 978-5-91884-087-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1859947> (дата обращения: 17.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Запорожец, Е. П. Процессы и оборудование в технологиях подготовки и переработки углеводородных газов : монография / Е. П. Запорожец, Н. А. Шостак, Е. Е. Запорожец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 600 с. - ISBN 978-5-9729-0723-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1835966> (дата обращения: 17.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

2. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа : учебное пособие / В.Д. Рябов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 311 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1017513. - ISBN 978-5-16-019945-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2145088> (дата обращения: 17.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

3. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа : учебное пособие / С.В. Вержичинская, Н.Г. Дигуров, С.А. Синицин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. — 416 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-512-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2048906> (дата обращения: 17.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

4. Алиев, В. К. Рациональное использование попутного нефтяного газа : монография / В.К. Алиев, Г.А. Крятова, В.В. Руденко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 124 с. - ISBN 978-5-9729-0262-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1049199> (дата обращения: 17.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

5. Битнер, А. К. Геология и геохимия нефти и газа : учебное пособие / А. К. Битнер, Е. В. Прокатень. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. - 428 с. - ISBN 978-5-7638-4182-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1830756> (дата обращения: 17.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

6. Саликов, А. Р. Технологические потери природного газа при транспортировке по газопроводам. Магистральные газопроводы. Наружные газопроводы. Внутридомовые газопроводы : учебное пособие / А. Р. Саликов. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 112 с. - ISBN 978-5-9729-0533-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2100436> (дата обращения: 17.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

7. Соковнин, О. М. Теоретические основы редуцирования давления природного газа : монография / О. М. Соковнин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 192 с. - ISBN 978-5-9729-1639-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2170600> (дата обращения: 17.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

8. Карнаухов, М.Л. Справочник мастера по подготовке газа [Электронный ресурс] / М.Л. Карнаухов, В.Ф. Кобычев. - Москва : Инфра-Инженерия, 2009. - 256 с. - ISBN 5-9729-0018-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/521177> (дата обращения: 17.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Кривцова, Н.И. Химия нефти и газа. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Н.И. Кривцова, Н.Л. Мейран, Е.М. Юрьев ; Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2018. - 127 с. - ISBN 978-5-4387-0834-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043872> (дата обращения: 17.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
3. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала с консультациями преподавателя и оформления выполненных практических работ, с проработкой основных вопросов к практическим работам.

По дисциплине «Химия и технология природного газа» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Примерные вопросы для обсуждения, устного опроса и дискуссии по изучаемым темам

1. Какова основная продукция газоперерабатывающих заводов? Какие требования предъявляются НТД по видам продукции?
2. Каково основное оборудование очистки природного газа от CO₂? Как оптимизировать процесс по соотношению условий и сырьевых потоков?
3. Что входит в систему очистки газов от сернистых соединений?
4. Откуда отбирается вода при обезвоживании пропана — с низа или с верха перегонной колонны? Почему?
5. В чем заключается главная проблема, связанная с присутствием COS в пропане?
6. В чем заключаются достоинства и недостатки использования отпарного газа при удалении следовых компонентов?

Пример задач для самостоятельного решения

1. Оператор установки типа *Merox*, которая использовалась для очистки ГКЖ, заметил, что со временем раствор каустика стал терять крепость. Анализ отработанного раствора каустика показал содержание Na₂CO₃. Входящая ГКЖ промывалась раствором МЭА и не содержала CO₂. Откуда берется CO₂, реагирующий с циркулирующим раствором каустика?

2. Колонна деизобутанизации (разделения бутанов) содержит 80 тарелок. КПД тарелок близок к 100 %. Ввиду близости температур кипения изобутана и *n*-бутана для достижения требуемой четкости разделения продуктов необходимы высокая объемная скорость орошения и подведение большого количества тепла к ребойлеру. Оператор рассматривает возможность установки дополнительной колонны деизобутанизации. Что можно изменить в новой колонне, чтобы уменьшить расход энергоносителей?

3. В колонну деизобутанизации поступает 10 000 баррель/сут (66 м³/ч) смеси, содержащей 25 % изобутана и 75 % *n*-бутана по жидкому объему. Скорость орошения составляет 40 000 баррель/сут (265 м³/ч).

1) Какова кратность орошения колонны?

2) Найти кратность орошения, если сырье содержит равное количество изобутана и *n*-бутана, а скорость орошения остается той же.

4. В колонну фракционирования поступает ГКЖ со скоростью 100 000 баррель/сут. Сырье состоит из 35 % этана, 30 % пропана, 10 % изобутана и 20 % *n*-бутана, а остаток составляют фракции C₅+ (газовый бензин). Содержание дано в процентах по жидкому объему. Колонна производит этан-пропановую смесь в пропорции 80:20 %об. (жидк.). Каковы приблизительные скорости (баррель/сут, м³/ч) выхода продуктов (этан-пропановой смеси, пропана, изобутана, *n*-бутана и газового бензина)?

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-3: Способен выполнять научно-исследовательские задачи в области профессиональной деятельности		
ПК-3.1:	Осуществляет контроль технологических процессов, качества сырья и выпускаемой продукции топливно-энергетического комплекса	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Число и мощность газоперерабатывающих заводов (ГПЗ) в России и за рубежом 2. Основные виды производимой ГПЗ продукции 3. Товарный ПГ: требования к качеству и направления использования 4. Товарный СПГ: требования к качеству и направления использования 5. Товарный СУГ: требования к качеству и направления использования 6. Товарная ШФЛУ: требования к качеству и направления использования 7. Газовая сера: требования к качеству и направления использования 8. Гелий: требования к качеству и направления использования 9. Водород. Классификация по способу производства. Требования к качеству и направления использования 10. Технический углерод: требования к качеству и направления использования 11. Основные требования нормативно-технической документации к продукции ГПЗ и направления ее дальнейшего использования. 12. Основные современные тенденции развития ГПЗ 13. Классификация и химический состав ПГ и ПНГ, поступающих на ГПЗ 14. Физико-химические свойства ПГ и ПНГ 15. Методы физико-химического анализа газов и входной контроль на ГПЗ. 16. Компримирование входящих газов ГПЗ 17. Очистка и осушка входящих газов ГПЗ 18. Основное оборудование и процессы подготовки сырья ГПЗ. 19. Сероочистка и контроль содержания серы в сернистых разновидностях ПГ. Абсорбционные, адсорбционные и иные современные методы сероочистки. 20. Процессы и аппараты технологий отбензинивания 21. Процессы и аппараты технологий производства газовой серы

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>22. Процессы и аппараты технологий производства ШФЛУ</p> <p>23. Процессы и аппараты технологий производства технического углерода</p> <p>24. Процессы и аппараты технологии получения гелия</p> <p>25. Процессы и аппараты технологии извлечения углеводородов из природного газа.</p> <p>26. С1-химия: получение синтез-газа и реакции с участием монооксида и диоксида углерода, метанола, формальдегида, циановодорода для получения химических продуктов.</p> <p>27. Основные процессы и аппараты технологий С1-химии</p> <p>28. Получение из синтез-газа, полученного переработкой СПГ, синтетических жидких топлив</p> <p>29. Прямые методы конверсии ПГ в жидкие синтетические топлива</p> <p>30. Каталитические процессы в технологиях глубокой переработки ПГ и ПНГ.</p> <p>31. Физико-химические основы технологий производства СПГ.</p> <p>32. Процессы и аппараты технологий производства СПГ.</p> <p>33. Хранение и транспортировка СПГ.</p> <p>34. Основные требования потребителей к качеству СПГ.</p> <p>35. Регазификация СПГ: основные процессы и аппараты технологии.</p> <p>36. Водород в металлургии и перспективы его использования.</p> <p>37. Основные процессы и аппараты технологий конверсии природного газа для получения водорода.</p> <p>38. Очистка водорода и его компримирование.</p> <p>39. Основные современные мировые и российские мощности по производству водорода и динамика их развития.</p> <p>Примерные практические задания:</p> <p>1. Откуда отбирается вода при обезвоживании пропана — с низа или с верха перегонной колонны? Почему?</p> <p>2. В чем заключается главная проблема, связанная с присутствием COS в пропане?</p> <p>3. В чем заключаются достоинства и недостатки использования отпарного газа при удалении следовых компонентов?</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</p> <p>1. Оператор установки типа <i>Merox</i>, которая использовалась для очистки ГКЖ, заметил, что со временем раствор каустика стал терять крепость. Анализ отработанного раствора каустика показал содержание Na_2CO_3. Входящая ГКЖ промывалась раствором МЭА и не содержала CO_2. Откуда берется CO_2, реагирующий с циркулирующим раствором каустика?</p> <p>2. Колонна деизобутанизации (разделения бутанов) содержит 80 тарелок. КПД тарелок близок к 100 %. Ввиду близости температур кипения изобутана и <i>n</i>-бутана для достижения требуемой четкости разделения продуктов необходимы высокая объемная скорость орошения и подведение большого количества тепла к ребойлеру. Оператор рассматривает возможность установки дополнительной колонны деизобутанизации. Что можно изменить в новой колонне, чтобы уменьшить расход энергоносителей?</p> <p>3. В колонну деизобутанизации поступает 10 000 баррель/сут (66 м³/ч) смеси, содержащей 25 % изобутана и 75 % <i>n</i>-бутана по жидкому объему. Скорость орошения составляет 40 000 баррель/сут (265 м³/ч).</p> <p>1) Какова кратность орошения колонны?</p> <p>2) Найти кратность орошения, если сырье содержит равное количество изобутана и <i>n</i>-бутана, а скорость орошения остается той же.</p> <p>4. В колонну фракционирования поступает ГКЖ со скоростью 100 000 баррель/сут. Сырье состоит из 35 % этана, 30 % пропана, 10 % изобутана и 20 % <i>n</i>-бутана, а остаток составляют фракции C_5+ (газовый бензин). Содержание дано в процентах по жидкому объему. Колонна производит этан-пропановую смесь в пропорции 80:20 %об. (жидк.). Каковы приблизительные скорости (баррель/сут, м³/ч) выхода продуктов (этан-пропановой смеси, пропана, изобутана, <i>n</i>-бутана и газового бензина)?</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Химия и технология природного газа» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена (4 семестр).

Экзамен по данной дисциплине проводится в письменной форме по билетам, включающим вопросы из списка, доведенного до сведения студентов.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности
- выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;
- затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций:

- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;
- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;
- выполнение заданий при подсказке преподавателя;
- затруднения в формулировке выводов.

— на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.