

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

9 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ ГАЗА»

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) образовательной программы – Химическая технология
природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 4 Семестр 7

Зачет с оценкой 7 сем

Общая трудоемкость дисциплины 144.0 (академ. час), 4.00 (з.е)

Составитель Ю.А. Гужель, доцент, канд. техн. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра химии и химической технологии

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 922

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и химической технологии

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Гужель Ю.А. Гужель

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Гужель Ю.А. Гужель

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

9 апреля 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний в области низкотемпературных процессов газопереработки

Задачи дисциплины:

- изучение методов извлечения жидких углеводородных компонентов из природных газов;
- усвоение процессов разделения углеводородных газов;
- изучение методов получения сжиженного природного газа.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Данная учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ФГОС ВО. Базируется на следующих дисциплинах: «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии». Полученные знания необходимы для усвоения дисциплин «Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов», для прохождения производственной практики, выполнения выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ИД-1ПК-1 Знает технологию переработки нефти и газа, физические, физико-химические и химические основы технологических процессов; основное оборудование процессов, принципы его работы и правила технической эксплуатации; технические требования, предъявляемые к сырью, материалам, готовой товарной продукции ИД-2ПК-1 Умеет контролировать выполнения требований технологического регламента при эксплуатации технологического объекта; разрабатывать техническую документацию по контролю над технологическим режимом ИД-3ПК-1 Владеет способами предупреждения и устранения нарушения хода производственного процесса
ПК-4 Способен осуществлять контроль эксплуатации технологических объектов	ИД-1ПК-4 Знает основы экономической деятельности, организации труда, производства и управления в организации ИД-2ПК-4 Умеет организовывать рациональную работу персонала на рабочих местах ИД-3ПК-4 Владеет навыками оперативного руководства эксплуатацией технологических объектов

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 4.00 зачетных единицы, 144.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Извлечение жидких углеводородных компонентов из природных газов	7	4		2								5.8	контрольная работа
2	Технологии и оборудование получения сжиженных природных газов	7	10		22								20	индивидуальное домашнее задание
3	Низкотемпературное разделение промышленных газов	7	8		2								10	конспект
4	Свойства гелия и области его применения	7	2										14	тест
5	Методы получения гелиевого концентрата	7	2										8	тест
6	Технологии тонкой очистки и ожижения гелия	7	8		8								18	контрольная работа
7	Зачет с оценкой	7								0.2				
	Итого		34.0		34.0		0.0	0.0	0.2	0.0	0.0		75.8	

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Извлечение жидких углеводородных компонентов из природных газов	Низкотемпературная сепарация. Промышленная реализация процесса низкотемпературной сепарации. Основные факторы, влияющие на процесс низкотемпературной сепарации. Газожидкостные сепараторы. Методы извлечения углеводородов C ₂ - C ₅ из природных газов. Компрессионный метод. Абсорбционный метод. Маслоабсорбционный метод. Низкотемпературная абсорбция. Низкотемпературная адсорбция. Низкотемпературная конденсация и низкотемпературная ректификация. Основные низкотемпературные процессы разделения углеводородных газов. Мембранные методы концентрирования и разделения газов
2	Технологии и оборудование получения сжиженных природных газов	Принципиальная схема крупнотоннажного завода СПГ. Системы жизнеобеспечения производства СПГ. Крупнотоннажные технологические процессы: каскадный процесс охлаждения и сжижения газа, технологический процесс Philips, TEALARC, PRICO, Shell DMR/ PMR, Axens Liquefin. Малотоннажное производство СПГ: с внешним источником охлаждения, основанный на расширении потока или части потока природного газа. Развитие мирового рынка СПГ и перспективы экспорта
3	Низкотемпературное разделение промышленных газов	Низкотемпературная очистка синтез- газа, криогенные методы извлечения водорода из ВСГ. Извлечение водорода из отходящих газов процесса гидрогенизации. Установка для разделения нефтезаводского газа. Установки для разделения отдувочных газов аммиачных производств. Принципиальные схемы осуществления различных методов извлечения этилена. Установки низкотемпературной ректификации. Схемы высокого и среднего давлений. Абсорбционно-ректификационные установки. Установки избирательной адсорбции. Получение этилена высокой концентрации. Внешние и внутренние холодильные циклы. Холодильные агенты внешних и внутренних холодильных циклов. Одноточный каскадный цикл. Детандирование метановодородной фракции
4	Свойства гелия и области его применения	Общие положения. Источники гелия, его физико-химические свойства. Основные этапы становления и развития гелиевой промышленности. Применение газообразного и жидкого гелия в различных областях науки и техники, стратегическое значение гелия. Мировые запасы гелия в мире и России, производство и

		потребление гелия
5	Методы получения гелиевого концентрата	Способы выделения гелия из природных газов: криогенный способ, абсорбционный способ, способ гидратообразования, мембранный способ. Сущность и сравнение методов. Принципиальные схемы установок
6	Технологии тонкой очистки и ожижения гелия	Глубокая очистка и осушка гелиевого концентрата. Очистка от примеси водорода и метана окислением кислородом на Al- Pt- катализаторе. Глубокая осушка от образующейся влаги адсорбцией на цеолитах; компримирование и охлаждение; адсорбционная доочистка от азота и микропримесей концентрированного гелия активным углем, охлаждаемым жидким азотом, получение гелия чистотой 99,98 % об. Современные технологии тонкой очистки гелия. Принципиальные технологические схемы тонкой очистки гелиевого концентрата

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Извлечение жидких углеводородных компонентов из природных газов	Изучение технологических схем извлечения жидких углеводородных компонентов из природных газов. Расчета установок получения холода
Технологии и оборудование получения сжиженных природных газов	Изучение крупнотоннажные и малотоннажные технологии сжижения природного газа. Расчет основного оборудования технологического процесса сжижения
Низкотемпературное разделение промышленных газов	Изучение принципиальной схема процесса низкотемпературной конденсации. Изучение схемы НТР с двухпоточным вводом сырья
Технологии тонкой очистки и ожижения гелия	Изучение схемы производства чистого гелия

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Извлечение жидких углеводородных компонентов из природных газов	Подготовка и выполнение контрольной работы	5.8
2	Технологии и оборудование получения сжиженных природных газов	Выполнение индивидуального домашнего задания	20
3	Низкотемпературное разделение	Подготовка и написание конспекта	10

	промышленных газов		
4	Свойства гелия и области его применения	Подготовка к тесту	14
5	Методы получения гелиевого концентрата	Подготовка к тесту	8
6	Технологии тонкой очистки и ожижения гелия	Подготовка к тесту	18

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации учебного процесса используются как традиционное обучение (технологии поддерживающего обучения), так и современные образовательные технологии. Выбор технологии зависит от уровня базовых знаний в группе и от уровня мотивации к обучению как данной дисциплине, так и к образовательному процессу в целом.

На занятиях используются информационные технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта, личный кабинет), использование мультимедиа средств при проведении лекционных и практических занятий

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: зачет с оценкой (7 семестр)

Примерные вопросы к зачету с оценкой

1. Извлечение жидких углеводородных компонентов из природных нефтяных газов. Краткая характеристика основных методов
2. Низкотемпературная сепарация (НТС). Основные факторы, влияющие на процесс НТС
3. Газожидкостные сепараторы: гравитационные, жалюзийные, центробежные, сетчатые, фильтры-сепараторы
4. Извлечение жидких углеводородных компонентов методами масляной абсорбции при температуре окружающего воздуха (МАУ) и при пониженных температурах (НТА)
5. Получение нестабильного бензина компрессионным методом. Принципиальная схема компрессорной установки
6. Адсорбционный метод получения газового бензина, технологическая схема углеадсорбционной установки
7. Стабилизация газового бензина. Газофракционирующие установки – одноколонные и многоколонные
8. Основные процессы разделения углеводородных газов
9. Характеристика основных низкотемпературных процессов разделения углеводородных газов: низкотемпературная конденсация, низкотемпературная абсорбция, низкотемпературная ректификация, низкотемпературная адсорбция
10. Способы получения холода, используемые холодильные циклы
11. Способы получения умеренного холода: пароконпрессорные и абсорбционные холодильные машины
12. Способы получения глубокого холода. Внутренние холодильные циклы (дресселирование, применение детандеров), каскадные и комбинированные холодильные циклы
13. Низкотемпературная абсорбция (НТА), технология процесса. Факторы, влияющие на процесс, основные направления совершенствования процесса
14. Низкотемпературная конденсация (НТК), современные схемы установок НТК,

условия процесса

15. Низкотемпературная ректификация (НТР), особенности конструктивного оформления установок, ректификационно-отпарные и конденсационно-отпарные колонны
16. Отбензинивание природного газа методом НТР с двухпоточной подачей сырья
17. Низкотемпературная адсорбция, преимущества и недостатки процесса
18. Мембранные методы разделения газов
19. Установки извлечения пропана и высших углеводородов
20. Глубокая переработка газа с извлечением этана
21. Получение индивидуальных компонентов природных газов
22. Показатели качества основных продуктов газопереработки
23. Жидкие продукты ГПЗ: ШФЛУ, газовый конденсат, пропан-бутановая фракция, области применения
24. Физико-химические свойства СПГ
25. Принципиальная схема крупнотоннажного завода СПГ
26. Процесс сжижения природного газа
27. Каскадные процессы охлаждения и сжижения природного газа
28. Малотоннажное производство СПГ: процессы, перспективы.
29. Рынок СПГ и тенденции развития
30. Свойства гелия и область его применения
31. Криогенный способ получения гелиевого концентрата
32. Абсорбционный способ получения гелиевого концентрата
33. Способ гидратообразования как способ получения гелиевого концентрата
34. Мембранный способ получения гелиевого концентрата
35. Принципиальная схема получения гелиевого концентрата криогенным способом
36. Принципиальная схема мембранной установки
37. Обогащение гелиевого концентрата
38. Охлаждение и ожижение газообразного гелия
39. Трубопроводный транспорт как способ транспортировки газа
40. Перевозка сжиженного газа
41. Методы тонкой очистки и осушки гелиевого концентрата
42. Устройство и принцип действия основного оборудования для процесса получения гелия

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Солодова, Н. Л. Химическая технология переработки нефти и газа: учебное пособие / Н. Л. Солодова, Д. А. Халикова. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. – 120 с. – ISBN 978-5-7882-1220-3. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/62720.html> (дата обращения: 26.03.2024). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей
2. Газохимия на современном этапе развития [Текст]: учеб. пособие / В. С. Арутюнов [и др.]. – Москва: Рос. гос. ун-т нефти и газа, 2015. – 172 с.
3. Таранова, Л. В. Эксплуатация оборудования переработки нефти и газа: учебное пособие / Л. В. Таранова, Е. О. Землянский. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2017. – 113 с. – ISBN 978-5-9961-1591-4. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/83748.html> (дата обращения: 26.03.2024). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей
4. Потехин, В. М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата: учебник для вузов / В. М. Потехин. – 4-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 712 с. – ISBN 978-5-8114-9565-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-

библиотечная система. – URL: [https:// e.lanbook.com/ book/200489](https://e.lanbook.com/book/200489) (дата обращения: 26.03.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Подгорбунская, Т. А. Технология переработки углеводородных газов: практикум : учебное пособие / Т. А. Подгорбунская. – Иркутск : ИРНИТУ, 2021. – 74 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: [https://e.lanbook.com/ book/325475](https://e.lanbook.com/book/325475) (дата обращения: 21.11.2023). – Режим доступа: для авториз. Пользователей

6. Неверов, Е. Н. Перспективы развития и направления применения низкотемпературных систем и установок: учебное пособие / Е. Н. Неверов. – Кемерово : КемГУ, 2019 – Часть 1 – 2019. – 124 с. – ISBN 978-5-8353-2573-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: [https://e.lanbook.com/ book/135211](https://e.lanbook.com/book/135211) (дата обращения: 21.11.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
2	http://www.e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
3	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов
4	https://urait.ru	Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт» в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://gostexpert.ru	Единая база ГОСТов РФ по категориям Общероссийского Классификатора Стандартов, содержащая документы для бесплатного доступа для образования и промышленности РФ
2	https://www.ngpedia.ru	Большая энциклопедия нефти и газа содержит статьи из разных областей науки и техники. Каждая статья посвящена определенному термину и представляет собой подборку из частей текстов книг, в которых описывается данный термин
3	https://energybase.ru/downstream	Актуальная база перерабатывающих нефтегазовых предприятий, осуществляющих переработку нефти и газа
4	http://www.xumuk.ru	Поисковая система по химии, содержащая информацию по неорганической, органической, коллоидной и химии и по дисциплинам химического профиля
5	http://nglib.ru	Портал научно-технической информации по добыче и переработке нефти и газа
6	https://pronpz.ru	Портал о переработке нефти и газа. Содержит нефтегазовые новости компаний России и мира. Статьи и новости нефтегазового сектора

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лекционные занятия проводятся в учебной аудитории, оснащенной плазменным телевизором. Лабораторные работы проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных лабораторным оборудованием. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета