

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

15 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ТЕХНОЛОГИЯ ГАЗОФРАКЦИОНИРОВАНИЯ»

Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль) образовательной программы – Технологии и процессы переработки нефти и газа

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 1 Семестр 1

Зачет с оценкой 1 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель С.А. Лескова, доцент, канд. хим. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра химии и химической технологии

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 910

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

15 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

15 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Гужель Ю.А. Гужель

15 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

15 апреля 2024 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

формирование у магистрантов компетенций, связанных с освоением процессов очистки, разделения и переработки углеводородных газов; формирование технологического и экологического мышления.

### Задачи дисциплины:

- познакомить с состоянием и перспективами развития газоперерабатывающей промышленности в России и за рубежом;
- рассмотреть методы очистки, подготовки природного газа к переработке, характеристики основных продуктов переработки газов и газоконденсатов;
- изучить процессы и аппаратное оформление фракционирования и переработки природных углеводородных газов и газоконденсатов;
- использовать полученные знания для решения практических задач, при подготовке и защите выпускных работ;
- применять полученные теоретические знания при освоении специальных дисциплин нефтегазового направления.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Б1.В.05. Дисциплина базируется на освоении дисциплин: «Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии», «Инструментальные методы исследования в химической технологии» и способствует профессиональному становлению обучающихся. Дисциплина логически, содержательно и методически взаимосвязана с другими дисциплинами магистерской программы: «Современные методы анализа газа и газового конденсата», «Моделирование процессов химической технологии», «Производство авиационных топлив». Знания, полученные в рамках изучения данной дисциплины, необходимы при прохождении учебной и производственной практик, выполнении 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 обеспечивать контроль соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом	ИД-1ПК1 Знает технологии переработки нефти и газа, физические, физико-химические и химических основы технологических процессов; основное оборудование процессов, принципы его работы и правила, технической эксплуатации; системы и методы ведения и контроля режимов технологического процесса ИД-2ПК-1 Умеет составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитать производственные мощности и загрузку оборудования технологической установки; анализировать причины брака и выпуска продукции низкого качества, разрабатывать мероприятия по его предупреждению

	ИД-ЗПК-1 Владеет навыками руководства разработкой мероприятий по реконструкции и модернизации производства; контроля соблюдения проектной, конструкторской и технологической дисциплины; обеспечения своевременной подготовки технической документации
--	--

#### 4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 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	Общие сведения, состояние и перспективы развития газоперерабатывающей промышленности	1	4											15	собеседование, тест
2	Подготовка природных газов к переработке	1	8		4									15	собеседование, тест
3	Фракционирование углеводородных смесей. ГФУ, деэтангизация газа	1	6		4									15	собеседование, тест
4	Стабилизация	1	4		2									15	собеседование



		<p>Очистка газов от химических примесей. Характеристика химических примесей. Методы очистки газов от кислых компонентов. Абсорбционные методы. Адсорбционные методы. Каталитические методы. Очистка газов от диоксида углерода. Физическая абсорбция. Хемосорбционные методы. Адсорбционные методы. Каталитическое гидрирование.</p> <p>Очистка газов от сероводорода. Хемосорбционные процессы очистки. Процессы очистки газов физической абсорбцией. Абсорбция комбинированными поглотителями. Адсорбционные методы очистки. Очистка газа окислительными абсорбционными методами. Микробиологические методы. Метод фотохимического разложения сероводорода. Мембранный метод очистки газов от кислых компонентов. Очистка газов с помощью плазмы. Очистка газов от меркаптанов. Абсорбционные методы. Адсорбционные методы. Каталитические методы очистки.</p> <p>Производство серы из сероводородсодержащих газов. Химия и технология процесса «Клауса». Доочистка отходящих газов процесса Клауса. Процессы, основанные на продолжении реакции Клауса. Процессы каталитической гидрогенизации SO<sub>2</sub> и других серосодержащих соединений с получением сероводорода.</p> <p>Процессы, основанные на окислении всех сернистых соединений до SO<sub>2</sub>. Дегазация серы. Товарные формы, области применения серы. Комовая сера. Жидкая сера. Формованная сера. Гранулированная сера. Молотая сера. Коллоидная сера. Специальные виды серы. Применение серы. Проблемы сбыта серы. Новые области применения серы.</p>
3	<p>Фракционирование углеводородных смесей. ГФУ, деэтанация газа</p>	<p>Извлечение жидких углеводородных компонентов из природных газов. Низкотемпературная сепарация (НТС). Промышленная реализация процесса НТС. Основные факторы, влияющие на процесс НТС. Газожидкостные сепараторы. Методы извлечения углеводородов C<sub>2</sub>- C<sub>5</sub> из природных газов. Компрессионный, абсорбционный метод, маслоабсорбционный метод (МАУ). Низкотемпературная абсорбция(НТА). Адсорбционный. Низкотемпературна конденсация и низкотемпературная ректификация.</p> <p>Процессы разделения углеводородных газов. Способы получения холода. Способы получения умеренного холода. Способы получения глубокого холода. Основные низкотемпературные процессы разделения. углеводородных газов. Низкотемпературная абсорбция (НТА).</p>

		Низкотемпературная конденсация (НТК). Низкотемпературная ректификация (НТР). Низкотемпературная адсорбция (НТ- адсорбция). Мембранные методы. Методы получения гелия из природных газов. Общая характеристика методов. Методы получения гелиевого концентрата Криогенный, адсорбционный, гидратообразование, мембранный. Концентрирование гелия. Ожижение гелия.
4	Стабилизация и переработка газовых конденсатов	Технология стабилизации газовых конденсатов. Стабилизация газового бензина. Стабилизация сырого газового конденсата, выносимого газом из скважины. Очистка газовых конденсатов от сернистых соединений. Характеристика сернистых соединений газоконденсатов. Очистка топливных фракций от меркаптанов. Гидроочистка газоконденсатов. Адсорбционная очистка. Экстракционная очистка. Переработка газовых конденсатов в товарные топлива. Производство автомобильных бензинов. Производство реактивных топлив. Производство дизельных топлив
5	Переработка нефтезаводских газов	Алкилирование изобутана олефинами. Сернокислотное и фтористоводородное алкилирование. Основы управления процессом. Принципиальная схема процесса сернокислотного алкилирования. Каскадный реактор. Перспективные технологии алкилирования

## 5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Подготовка природных газов к переработке	Технологический расчет основных аппаратов установок аминовой очистки газов от сероводорода и диоксида углерода. Технологический расчет процесса гликолевой осушки газа. Технологический расчет адсорберов для осушек
Фракционирование углеводородных смесей. ГФУ, деэтанация газа	Технологический расчет абсорберов и десорберов установки отбензинивания газов. Технологический расчет ректификационных колонн газофракционирующей установки. Расчет материальных балансов установок ГФУ предельных и непердельных газов.
Стабилизация и переработка газовых конденсатов	Технологический расчет реактора гидроочистки газовых конденсатов. Технологический расчет ректификационных колонн установки стабилизации газового конденсата

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в
-------	-----------------------------	---------------------------	----------------

			академических часах
1	Общие сведения, состояние и перспективы развития газоперерабатывающей промышленности	Подготовка к собеседованию по контрольным вопросам, тестированию	15
2	Подготовка природных газов к переработке	Подготовка к собеседованию по контрольным вопросам, тестированию	15
3	Фракционирование углеводородных смесей. ГФУ, деэтанация газа	Подготовка к собеседованию по контрольным вопросам, тестированию	15
4	Стабилизация и переработка газовых конденсатов	Подготовка к собеседованию по контрольным вопросам, тестированию	15
5	Переработка нефтезаводских газов	Подготовка к собеседованию по контрольным вопросам	13.8

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для реализации компетентного подхода в учебном процессе предусмотрено использование активных форм проведения занятий, развивающих коммуникативные способности и речь обучающихся, направленных на их привлечение к самостоятельной познавательной деятельности, вызывающих личностный интерес к проведению научных исследований, способствующих осознанию социальной значимости своей будущей профессии и проявлению мотивации к профессиональной деятельности. К активным формам проведения занятий, используемым при реализации курса относятся: проблемная лекция, учебные дискуссии, разбор конкретных ситуаций. На лекциях и практических занятиях студенты знакомятся с конкретной проблемной ситуацией, воспроизводят и анализируют ход ее решения, высказывают свои суждения.

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта, личный кабинет), использование мультимедиа-средств для проведения лекционных занятий.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы к зачету с оценкой

1. Классификация углеводородных газов
2. Составы природных и попутных газов
3. Составы технологических газов
4. Методы сухой газоочистки от механических примесей
5. Методы мокрой газоочистки от механических примесей
6. Абсорбционная осушка газов
7. Адсорбционная осушка газов
8. Характеристика кислых компонентов газов
9. Сероорганические соединения в газах
10. Хемосорбционная очистка газов
11. Процесс МЭА-очистки
12. Процесс ДЭА-очистки
13. Физические абсорбенты для очистки газов

14. Процессы комбинированной очистки газов от кислых и сернистых соединений
15. Компрессирование газов
16. Способы получения холода
17. Низкотемпературная конденсация газов
18. Низкотемпературная ректификация
19. Абсорбционная колонна газофракционирования
20. Абсорбционный и адсорбционный методы отбензинивания попутных газов.
21. Низкотемпературные методы отбензинивания попутных газов
22. Абсорбционное отбензинивание газов
23. Принципиальная схема абсорбционной установки отбензинивания газов
24. Адсорбционное отбензинивание
25. Принципиальная схема адсорбционной установки отбензинивания газов
26. Технология сжижения природного газа
27. Получение гелия
28. Принципиальная схема установки получения гелия
29. Технологические газы. Состав и классификация
30. Фракционирование предельных газов
31. Принципиальная схема установки ГФУ предельных газов
32. Фракционирование непредельных газов
33. Принципиальная схема установки фракционирования непредельных газов
34. Использование фракций газофракционирующих установок
35. Процесс алкилирования. Назначение и сырье процесса
36. Сернокислотное и фтористоводородное алкилирование
37. Основы управления процессом алкилирования
38. Принципиальная схема процесса сернокислотного алкилирования
39. Каскадный реактор
40. Перспективные технологии алкилирования

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

### а) литература

1. Технология переработки углеводородных газов: учебник для вузов / В. С. Арутюнов, И. А. Голубева, О. Л. Елисеев, Ф. Г. Жагфаров. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 723 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12398-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542503> (дата обращения: 09.04.2024).
2. Рябов, В. Г. Технология переработки нефти и газа : учебное пособие / В. Г. Рябов. — Пермь : ПНИПУ, [б. г.]. — Часть 1 : Первичная переработка нефти и газа — 2007. — 225 с. — ISBN 978-5-88151-841-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160696> (дата обращения: 09.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Потехин, В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : учебник / В. М. Потехин, В. В. Потехин. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 896 с. — ISBN 978-5-8114-1662-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211751> (дата обращения: 09.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Мембранные процессы разделения : учебное пособие / Д. И. Фазылова, Н. Н. Шишкина, Р. С. Яруллин, Е. А. Кияненко. — Казань : КНИТУ, 2018. — 112 с. — ISBN 978-5-7882-2528-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166170> (дата обращения: 09.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL

		<a href="https://ru.libreoffice.org/about-us/license/">https://ru.libreoffice.org/about-us/license/</a>
2	Электронная библиотечная система «IPRbooks» <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом, содержащий материалы для вузов по научно-гуманитарной тематике, по точным и естественным наукам. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Электронный ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
4	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>	Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="http://gostexpert.ru">http://gostexpert.ru</a>	Единая база ГОСТов РФ по категориям Общероссийского Классификатора Стандартов, содержащая документы для бесплатного доступа для образования и промышленности РФ
2	<a href="https://www.ngpedia.ru">https://www.ngpedia.ru</a>	Поисковая система «Большая энциклопедия нефти и газа» по темам нефтепереработки и нефтехимии, содержит статьи из разных областей науки и техники
3	<a href="http://www.oglib.ru">http://www.oglib.ru</a>	Электронная библиотека «Нефть-газ»
4	<a href="http://www.nglib.ru">http://www.nglib.ru</a>	Портал научно-технической информации «Нефть и газ», публикуются результаты научных исследований в области геологии, поиска и разведки; бурения скважин и разработки месторождений; химии и технологии переработки нефти и газа.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Занятия по дисциплине проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, ноутбук). Для проведения лабораторных занятий используется специализированная лаборатория неорганической химии с соответствующим оборудованием, материалами и реактивами. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным доступом к электронно-

библиотечным системам и к электронной образовательной сети университета.  
Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Internet и обеспечением доступа к электронной образовательной сети университета.