

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

3 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ГАЗА И ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА»

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 2 Семестр 3

Зачет 3 сем

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

Составитель А.С. Сиротенко, Ассистент,
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

3 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Гужель Ю.А. Гужель

3 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

3 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

3 июня 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Освоение методов выполнения стандартизированных измерений, оптимальный выбор лабораторных средств измерения для получения информации о потребительских параметрах продуктов газовой промышленности, определяющих качество продукции, освоение аттестованных правил проведения испытаний и обеспечение достоверности измерений и оценки качества продукции.

Задачи дисциплины:

- изучение и освоение на практике стандартизированных измерений в системах государственного, межведомственного и ведомственного контроля за стандартами и единством измерений;
- изучение и освоение на практике правил и методов испытаний и измерений, а также правил отбора образцов для проведения испытаний и измерений;
- получение студентами теоретических знаний и практических навыков работы с нормативными документами общетехнической и отраслевой направленности;
- ознакомление с необходимыми сведениями о методах и процедурах подтверждения соответствия средств измерения заданным требованиям, выборе необходимой доказательности соответствия оборудования требованиям нормативных документов, средств и алгоритмов выполнения измерений для обеспечения заданных показателей точности.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Современные методы анализа газа и газового конденсата» относится к дисциплинам по выбору вариативной части направления подготовки 18.04.01 Химическая технология.

Дисциплина базируется на таких предметах учебного плана, как Инструментальные методы исследования в химической технологии (Б1.О.08.), Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии (Б1.О.09.).

Дисциплина основывается на результатах освоения таких дисциплин, читаемых в бакалавриате, как Аналитическая химия, Химия нефти и газа.

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-2 Способен управлять качеством производимой продукции	ИД-1ПК-2 Знает методы аналитического контроля процессов нефтепереработки, передовой и зарубежный опыт в этой области; лабораторное оборудование, контрольно-измерительную аппаратуру и правила ее эксплуатации; технологические процессы, режимы производства, продукции организации ИД-2ПК-2 Умеет применять стандартные методы контроля качества производимой продукции и используемого оборудования; разрабатывать новые виды продукции

	ИД-ЗПК-2 Владеет навыками организация проведения лабораторных анализов в соответствии с существующими стандартами для определения физико- химической характеристики качества продукции
--	--

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	Введение	3	2										13.8	домашнее задание
2	Методы определения плотности нефтепродуктов	3	2				4						10	лабораторная работа
3	Определение вязкости газов	3	2				4						10	лабораторная работа
4	Групповой состав газового конденсата	3	2				4						10	лабораторная работа
5	Хроматографическое определение состава сжиженных углеводородных газов	3	2				4						10	лабораторная работа
6	Методы определения	3					4						10	лабораторная работа

	сероводорода и меркаптановой серы в газах												
7	Определение метанола в КГС	3				4						10	лабораторная работа
8	Зачёт	3							0.2				
	Итого		10.0	0.0	24.0	0.0	0.2	0.0	0.0	73.8			

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение	Особенности проведения анализов природных и сжиженных газов. Техника безопасности при работе в газовой лаборатории. Требования, предъявляемые к качеству газов. Требования к природному газу, компримированному природному газу (КПГ), сжиженному природному газу (СПГ), сжиженным углеводородным газам. Классификация конденсатов согласно ГОСТ Р 54389-2011 «Конденсат газовый стабильный. Технические условия» и ОСТ 51.58-79 «Конденсаты газовые. Технологическая классификация». Основные показатели качества и методы анализа газоконденсатов. Методы отбора проб SGK и нефтепродуктов из резервуаров, подземных хранилищ, нефтеналивных судов, железнодорожных и автомобильных цистерн, трубопроводов, бочек, бидонов и других средств хранения и транспортирования. Правила работы с оборудованием, работающим под избыточным давлением. Требования охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности при работе в лаборатории.
2	Методы определения плотности нефтепродуктов	Методы определения плотности. Лабораторный метод определения плотности с использованием ареометра. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром. Плотность нефти и нефтепродуктов. Измерение плотности ареометрическим, пикнометрическим или вибрационным методом. Методы расчета. Программы и таблицы приведения.
3	Определение вязкости газов	Общие понятия и размерность. Связь вязкости с другими процессами молекулярного переноса (теплопроводностью и диффузией). Методы определения вязкости газов. Экспериментальные измерения вязкости газов. Метод капилляра. Вискозиметры Голубева и Петрова. Метод падения груза в исследуемом газе. Метод затухания вращательных колебаний диска, подвешенного в исследуемом газе. Метод

		вращения цилиндров. Вискозиметры для сжиженных газов
4	Групповой состав газового конденсата	Анализ методик определения группового состава газовых конденсатов и нефтей. Определение типов ароматических углеводородов в средних дистиллятах. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с детектированием по коэффициенту рефракции. Определение типов ароматических углеводородов в авиационных топливах. Опыт использования метода высокоэффективной жидкостной хроматографии в области нефтехимии. Сравнительный анализ эффективности хроматографических колонок с разными фазами для разделения смесей углеводородов на ультрафиолетовом и рефрактометрическом детекторах. Методика расчёта компонентно- фракционного состава газоконденсатной смеси на основе результатов экспериментального определения компонентно- фракционного состава газа сепарации и нестабильного газового конденсата.
5	Хроматографическое определение состава сжиженных углеводородных газов	Особенности ввода пробы СУГ в хроматограф в жидком состоянии. Разделение компонентов в зависимости от параметров хроматографических колонок. Определение плотности жидкости и давления насыщенных паров сжиженных углеводородных газов путем расчёта.

5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Методы определения плотности нефтепродуктов	Сравнение методов определения плотности нефтепродуктов
Определение вязкости газов	Определение вязкости газов
Групповой состав газового конденсата	Определение группового состава газового конденсата
Хроматографическое определение состава сжиженных углеводородных газов	Хроматографическое определение состава сжиженных углеводородных газов
Методы определения сероводорода и меркаптановой серы в газах	Хроматографическое определение серосодержащих соединений в природных и сжиженных газах. Определение сероводорода и меркаптановой серы потенциометрическим титрованием
Определение метанола в КГС	Определение метанола в КГС

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение	Изучение материалов лекций,	13.8

		лабораторных работ	
2	Методы определения плотности нефтепродуктов	Изучение материалов лекций, лабораторных работ	10
3	Определение вязкости газов		10
4	Групповой состав газового конденсата	Изучение материалов лекций, лабораторных работ	10
5	Хроматографическое определение состава сжиженных углеводородных газов	Изучение материалов лекций, лабораторных работ	10
6	Методы определения сероводорода и меркаптановой серы в газах	Изучение материалов лекций, лабораторных работ	10
7	Определение метанола в КГС	Изучение материалов лекций, лабораторных работ	10

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в виде лабораторных работ с использованием аналитического оборудования, самостоятельная работа студентов предусматривает работу под руководством преподавателей. Для организации самостоятельной работы и проведении тестового контроля используется электронная платформа Moodle. Во время лабораторных занятий студенты работают в командах, находясь в непосредственном контакте с преподавателем.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Примерные вопросы к зачёту:

- 1) Требования, предъявляемые к природному газу.
- 2) Требования, предъявляемые к компримированному природному газу (КПГ).
- 3) Требования, предъявляемые к сжиженному природному газу (СПГ).
- 4) Способы отбора проб газа. Отбор пробы при помощи запирающей жидкости. Отбор пробы в сухие газометры. Отбор проб под давлением.
- 5) Отбор проб сжиженных углеводородных газов.
- 6) Методы определения плотности газов. Определение плотности и относительной плотности пикнометром.
- 7) Расчетные методы определения плотности. Расчет плотности природного газа. Расчет плотности сжиженных газов.
- 8) Определение вязкости газов. Вискозиметры Голубева и Петрова. Метод падения груза в исследуемом газе. Вискозиметры для сжиженных газов.
- 9) Определение состава природного и попутного газа, ГМТ на основе метана методом газовой хроматографии.
- 10) Принципиальная схема, основные системы и узлы газового хроматографа.
- 11) Система подготовки газов. Дозирующие устройства. Хроматографические колонки. Детекторные системы.
- 12) Градуировка хроматографа. Поверочные газовые смеси (ПГС).
- 13) Компонентный состав природного газа.
- 14) Компонентный состав сжиженных углеводородных газов.
- 15) Определение физико-химических показателей на основе состава газа.
- 16) Расчет физических свойств природного газа, его компонентов и продуктов

переработки.

17) Расчет термодинамических свойств сжиженного природного газа.

18) Методы определения сероводорода и меркаптановой серы в газах

19) Определение сероводорода и меркаптановой серы в природных газах потенциометрическим титрованием.

20) Кривые потенциометрического титрования серосодержащих проб. Вычисление массовой доли сероводорода и меркаптанов в пересчете на серу.

21) Определение серосодержащих соединений в природных и сжиженных газах методом газовой хроматографии.

22) Пламенно-фотометрический детектор (ПФД), механизм образования сигнала.

23) Поверочные газовые смеси (ПГС) и государственные стандартные образцы (ГСО) серосодержащих соединений.

24) Определение интенсивности запаха природного и сжиженных газов.

25) Определение свинца в бензинах.

26) Определение марганца в бензинах.

28) Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с детектированием по коэффициенту рефракции.

30) Определение метанола методом газовой хроматографии. Влияние ароматических соединений на экстракцию метанола.

31) Теплопередача в калориметрических системах.

32) Теплообмен через теплопроводность, конвекцию и излучение. Режимы калориметрических измерений: изотермический, адиабатический, изопериболический, сканирующий.

34) Градуировка калориметров, общие принципы.

35) Определения высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания СГК.

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: 31.05.2024).

2. Арыстанбекова, С. А. Современные методы анализа легкого углеводородного сырья и продуктов его переработки / С. А. Арыстанбекова, М. С. Лапина, А. Б. Волынский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 340 с. — ISBN 978-5-507-47144-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/332663> (дата обращения: 31.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Атомно-абсорбционный анализ : учебное пособие / А. А. Ганеев, С. Е. Шолупов, А. А. Пупышев, А. А. Большаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1117-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210710> (дата обращения: 31.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Карпов, А. Б. Современные методы анализа газов и газоконденсатов. Лабораторный практикум : учебное пособие / А. Б. Карпов, А. Д. Кондратенко, А. М. Козлов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 120 с. — ISBN 978-5-8114-3020-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213014> (дата обращения: 31.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Конюхов, В. Ю. Хроматография : учебник / В. Ю. Конюхов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1333-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210989> (дата

обращения: 31.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Конюхов, В. Ю. Хроматография в физической химии. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, Г. М. Бондарева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-8441-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193274> (дата обращения: 31.05.2024). — 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.elanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань»
3	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов
4	https://urait.ru	Электронная библиотечная система «Юрайт»

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	http://nglib.ru	Портал научно-технической информации по добыче и переработке нефти и газа
4	https://pronpz.ru	Портал о переработке нефти и газа. Содержит нефтегазовые новости компаний России и мира. Статьи и новости нефтегазового сектора
5	https://www.mtk-52.ru/standards-development/approved/	МТК 52 «Природный газ»: Утверждённые стандарты

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Помещение – лаборатория, дополнительные требования к аудитории – аналитическая лаборатория, укомплектованная стеклянной посудой, комплектом ареометров, пикнометров. Весы аналитические. Вибрационный измеритель плотности жидкостей ВИП-2МР. Хроматограф «Хроматэк-Кристал 5000» для определения серосодержащих и кислородсодержащих компонентов. Хроматограф жидкостный градиентный «Стаер». Автоматический титратор Mettler Toledo Excellence T., аудитория – 505, 506 или аналог.