

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М. Д. Миллионщикова



«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор  
И.Г. Гайрабеков

01

09

2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«ХРОМАТОГРАФИЯ В НЕФТЕХИМИИ»**

**Направление подготовки**

04.06.01 - Химические науки

**Профиль подготовки**

«Нефтехимия»

**Квалификация выпускника**

Исследователь. Преподаватель-исследователь

**Форма обучения**

Очно

Заочно

Грозный – 2020г.

## 1. Цель и задачи дисциплины

**Цель дисциплины** - формирование у обучающихся компетенций, связанных с базовыми знаниями в области хроматографии углеводов и умениями проводить анализ сложных смесей.

**Задачи дисциплины** - осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов хроматографии и информационно-коммуникационных технологий.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Хроматография в нефтехимии» относится к дисциплинам факультатива программы подготовки. Для успешного освоения данной дисциплины обучающимся необходимо изучить дисциплины «Нефтехимия» и «Современные принципы приготовления и методы анализа продуктов нефтехимии и нефтепереработки».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- способностью и готовностью организовывать самостоятельную работу по изучению химического состава нефти и нефтепродуктов: анализ, исследование свойств и закономерностей распределения, выделения и использования классов и групп соединений (парафины, нафтены, ароматические углеводороды, серо-, азот-, и кислородсодержащие соединения, смолистые, асфальтеновые и металлсодержащие компоненты) (ПК-1);

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

### **Знать:**

- теоретические основы хроматографических методов анализа;
- методы практического применения хроматографии в качественном и количественном анализе;
- конструкцию и оборудование современных хроматографических систем.

### **Уметь:**

- выбирать метод для решения конкретной практической задачи, а также получить навыки практической работы при знакомстве с современными хроматографами;
- анализировать и оценивать полученную информацию.

### **Владеть:**

- методами качественного и количественного хроматографического анализа смесей углеводов.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры	
	ОФО	ЗФО	5	5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>10/0,28</b>	<b>8/0,22</b>	<b>10/0,28</b>	<b>8/0,22</b>
В том числе:				
Лекции	10/0,28	8/0,22	10/0,28	8/0,22
Практические занятия				
Лабораторные работы				
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>26/0,72</b>	<b>28/0,78</b>	<b>26/0,72</b>	<b>28/0,78</b>
В том числе:				
Курсовая работа (проект)				
Расчетно-графические работы				
ИТР	8/0,22	10/0,28	8/0,22	10/0,28
Рефераты				
Доклады	6/0,17	6/0,17	6/0,17	6/0,17
Презентации	6/0,17	6/0,17	6/0,17	6/0,17
Работа с учебной и методической литературой, электронными источниками данных (списки рекомендованной литературы в разделе 8)	6/0,17	6/0,17	6/0,17	6/0,17
<b>Вид отчетности</b>	-	-	-	-
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекц. зан. часы	Практ. зан. часы	Лаб. зан. часы	Семина. зан. часы	Всего часов
1.	Сущность газовой хроматографии, области её применения, аппаратное оформление.	1	-	-	-	1
2.	Теоретические основы газовой хроматографии	1	-	-	-	1
3.	Газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография.	2	-	-	-	2
4.	Качественный и количественный газохроматографический анализ.	2	-	-	-	2
5.	Капиллярная хроматография.	2	-	-	-	2
6.	Комбинированные физико-химические методы.	2	-	-	-	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10</b>

## 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Тема 1. Сущность газовой хроматографии, области её применения, аппаратное оформление.	История возникновения хроматографии. Сущность хроматографии. Основные виды хроматографии и области ее применения. Сведения об аппаратуре. Физико-химические основы детектирования. Основные детекторы и их характеристики. Основные характеристики удерживания. Работы М.С. Цвета.
2.	Тема 2. Теоретические основы газовой хроматографии .	Теория равновесной газовой хроматографии, уравнение материального баланса. Теория неравновесной газовой хроматографии. Причины размывания хроматографических полос. Теория тарелок Мартина. Теория критерия разделения Жуховицкого и Туркельтауба. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Способы определения числа теоретических тарелок. Теория эффективной диффузии. Эффективный коэффициент диффузии. Уравнение Ван-Деемтера и его анализ. Факторы, влияющие на эффективность хроматографической колонки. Применение газовой хроматографии при изучении механизмов химических реакций в органической химии. Определение кинетических и термодинамических параметров. Препаративная газовая хроматография. Устройство и принципы работы препаративного хроматографа, применяемые колонки и производители. Применение препаративной хроматографии в органической и фармацевтической химии. Газовая хроматография с программированием температуры и расхода газа-носителя.
3.	Тема 3. Газо-адсорбционная и газожидкостная хроматография.	Сущность и особенности процессов распределения в газо-адсорбционной хроматографии. Адсорбенты, используемые в газо-адсорбционной хроматографии. Особенности физико-химических процессов в газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ). Носители в ГЖХ, их классификация, характеристики, способы модифицирования. Неподвижная жидкая фаза (НФ). Требования к НФ. Способы нанесения НФ на носитель, приготовление колонок. Полярность и селективность фазы. Характеристики наиболее распространенных НФ и области их применения.

4.	Тема 4. Качественный и количественный газохроматографический анализ.	Качественный газохроматографический анализ. Эталоны. Графические зависимости при идентификации. Система индексов удерживания Ковача, относительные параметры удерживания. Метод селективного вычитания и сдвига. Количественный газохроматографический анализ. Метод абсолютной калибровки, метод простой нормировки, внутренняя нормировка с калибровочными коэффициентами (их физический смысл). Метод контролируемой внутренней нормализации. Метод внутреннего стандарта, метод стандартной добавки. Источники ошибок в хроматографическом анализе. Методы концентрирования в газовой хроматографии. Анализ равновесной паровой фазы, динамическая газовая экстракция. Сорбционное концентрирование.
5.	Тема 5. Капиллярная хроматография.	Капиллярная хроматография. Уравнение Голя и его анализ. Капиллярные колонки, способы их приготовления. Капиллярные колонки со сшитыми и привитыми формами. Капиллярные колонки с толстым слоем НЖФ, поликапиллярные колонки. Пиролитическая газовая хроматография с использованием капиллярных колонок. Области применения капиллярной хроматографии.
6.	Тема 6. Комбинированные физико-химические методы.	Сочетание газовой хроматографии с ИК-спектроскопией и масс-спектрометрией. Основы масс-спектрометрии. Способы ионизации молекул. Устройство масс-спектрометра. Основные закономерности фрагментации органических соединений. Хромато-масс-спектрометрия и её применение для анализа сложных смесей органических соединений и объектов окружающей среды.

### 5.3. Лабораторный практикум – не предусмотрен

### 5.4. Практические занятия – не предусмотрены.

## 6. Самостоятельная работа аспирантов

Таблица 4

Виды СРС	Формы контроля СРС
Работа с учебной и методической литературой, электронными источниками данных (списки рекомендованной литературы в разделе 8)	Проверка и анализ конспектов лекций и учебной литературы Письменные опросы (тесты) и контрольные работы Доклады в виде презентаций на семинарских занятиях

### 6.2 Примерная тематика индивидуальных заданий (рефератов)

1. История открытия метода хроматографии. Работы М. С. Цвета, роль отечественных ученых в развитии газохроматографических методов.
2. Современные методы концентрирования и разделения микропримесей органических соединений.

3. Применение газовой экстракции для определения органических соединений в объектах окружающей среды.
4. Применение газовой хроматографии для определения лекарственных препаратов и токсинов.
5. Газохроматографическое определение летучих органических соединений в полимерных материалах.
6. Применение газовой хроматографии в фармацевтике и фармакологии.
7. Газовая хроматография и космических исследованиях.
8. Применение поликапиллярных колонок для экспрессного определения углеводов и взрывчатых веществ.

### 6.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

1. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие /Серов Ю. М. - Москва : Российский университет дружбы народов, 2011. - 220 с. - ISBN 978-5-209-03574-9 : Б. ц. ЭБС "IPRBOOKS"

### 7. Фонды оценочных средств

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя:

- паспорт фонда оценочных средств по дисциплине;
- Контрольные вопросы для текущего контроля.

#### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Таблица 5

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Сущность газовой хроматографии, области её применения, аппаратное оформление.	ОПК-1, ПК-1	Тесты
2.	Теоретические основы газовой хроматографии	ОПК-1, ПК-1	Устный опрос на семинарских занятиях
3.	Газо-адсорбционная и газожидкостная хроматография.	ОПК-1, ПК-1	Доклады в виде презентаций на семинарских занятиях
4.	Качественный и количественный газохроматографический анализ.	ОПК-1, ПК-1	Доклады в виде презентаций на семинарских занятиях
5.	Капиллярная хроматография.	ОПК-1, ПК-1	Доклады в виде презентаций на семинарских занятиях
6.	Комбинированные физико-химические методы.	ОПК-1, ПК-1	Доклады в виде презентаций на семинарских занятиях

## 7.2. Контрольные вопросы для текущего контроля

1. Основные виды хроматографии и области ее применения.
2. Физико-химические основы детектирования. Основные детекторы и их характеристики. Основные характеристики удерживания.
3. Теория равновесной газовой хроматографии, уравнение материального баланса. Теория неравновесной газовой хроматографии. Причины размывания хроматографических полос. Теория тарелок Мартина. Теория критерия разделения Жуховицкого и Туркельтауба. Высота, эквивалентная теоретической тарелке.
4. Способы определения числа теоретических тарелок.
5. Теория эффективной диффузии. Эффективный коэффициент диффузии. Уравнение Ван-Деемтера и его анализ.
6. Факторы, влияющие на эффективность хроматографической колонки.
7. Применение газовой хроматографии при изучении механизмов химических реакций в органической химии. Определение кинетических и термодинамических параметров.
8. Препаративная газовая хроматография. Устройство и принципы работы препаративного хроматографа, применяемые колонки и производители. Применение препаративной хроматографии в органической и фармацевтической химии.
9. Газовая хроматография с программированием температуры и расхода газа-носителя.
10. Сущность и особенности процессов распределения в газо-адсорбционной хроматографии.
11. Адсорбенты, используемые в газо-адсорбционной хроматографии. Особенности физико-химических процессов в газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ).
12. Носители в ГЖХ, их классификация, характеристики, способы модифицирования. Неподвижная жидкая фаза (НФ). Требования к НФ. Способы нанесения НФ на носитель, приготовление колонок. Полярность и селективность фазы. Характеристики наиболее распространенных НФ и области их применения.
13. Качественный газохроматографический анализ. Эталоны. Графические зависимости при идентификации. Система индексов удерживания Ковача, относительные параметры удерживания.
14. Метод селективного вычитания и сдвига.
15. Количественный газохроматографический анализ. Метод абсолютной калибровки, метод простой нормировки, внутренняя нормировка с калибровочными коэффициентами (их физический смысл).
16. Метод контролируемой внутренней нормализации.
17. Метод внутреннего стандарта, метод стандартной добавки. Источники ошибок в хроматографическом анализе.
18. Методы концентрирования в газовой хроматографии. Анализ равновесной паровой фазы, динамическая газовая экстракция. Сорбционное концентрирование.
19. Капиллярная хроматография. Уравнение Голя и его анализ.
20. Капиллярные колонки, способы их приготовления. Капиллярные колонки со сшитыми и привитыми формами. Капиллярные колонки с толстым слоем НЖФ, поликапиллярные колонки.
21. Пиролитическая газовая хроматография с использованием капиллярных колонок. Области применения капиллярной хроматографии.
22. Сочетание газовой хроматографии с ИК-спектроскопией и масс-спектрометрией.
23. Основы масс-спектрометрии. Способы ионизации молекул. Устройство масс-спектрометра.
24. Основные закономерности фрагментации органических соединений.
25. Хромато-масс-спектрометрия и её применение для анализа сложных смесей органических соединений и объектов окружающей среды.
26. Использование стандартных соединений (метод метки).
27. Относительные параметры удерживания для идентификации соединений.



## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Основы физико-химического анализа продуктов нефтепереработки нефтехимического синтеза. Ильичев И.С., Лазарев М.А., Щепалов А.А. Электронный учебно-методический комплекс. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 163с.
2. Беккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. –М.: ТЕХНОСИЛА. 2009. -470 с.
3. Гольберт К. А., Вигдергауз М. С. Введение в газовую хроматографию. – М. : Химия, 1990. – 352 с.
4. Руководство по газовой хроматографии. Под ред. Э. Лейбцина, Х. Штруппе. В 2-х т., М. : Мир, 1988. – 510 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Супина В. Насадочные колонки в газовой хроматографии. – М. : Мир, 1977. – 256 с.
2. Король А. Н. Неподвижные фазы в газо-жидкостной хроматографии. – М. : Химия, 1985. – 240 с.
3. Высокотехнологичная газовая хроматография. Под ред. К. Хайвера. – М.: Мир, 1993. – 288 с. – Хмельницкий Р.А., Бродский Е.С.
4. Хромато-масс-спектрометрия. – М. : Химия, 1984. – 216 с.
5. Яшин Я. И., Яшин Е. Я., Яшин А. Я. Газовая хроматография. – М. : ТрансЛит, 2009. – 528 с.

### **в) ресурсы сети Интернет:**

1. <https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry> - лекции по хроматографии онлайн (англ.)

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекции по дисциплине читаются в учебных аудиториях корпуса ГГНТУ кафедры «Химическая технология нефти и газа».

Аспиранты полностью обеспечены учебными и методическими материалами, разработанными на кафедре для организации их обучения и контроля результатов.

Имеется класс персональными компьютерами для работы в интернете, составления конспектов, тезисов, докладов и их оформления.

**Составитель:**

Доцент кафедры «ХТНГ»,  
к.х.н., доцент



/Ж.Т. Хадисова/

**СОГЛАСОВАНО:**

Директор ДУМР, к.ф.-м.н., доцент



/Магомаева М.А./

Начальник ОПКВК



/Ахмадова З.Р./

Заведующий выпускающей кафедрой  
«Химическая технология нефти и газа»,  
д.т.н., профессор



/Л.Ш. Махмудова./