

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

Кафедра химии

**Методические указания
к самостоятельной работе студентов**

по дисциплине **ФТД.01 Химия нефти и нефтепродуктов**

для направления подготовки (специальности)

04.04.01 Химия

Профиль Физическая и коллоидная химия

Квалификация выпускника, уровень подготовки магистр

Форма обучения: очная

Мурманск
2019

Составитель - Берестова Г. И., доцент кафедры химии, к.т.н.

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры

Химия

название кафедры

24.06.2019 протокол № 12.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие организационно-методические указания.....3
2. Тематический план.....4
3. Список рекомендуемой литературы.....6
4. Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины.....6

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания разработаны в соответствии с ФГОС ВО для направления подготовки 04.04.01 Химия, утвержденным приказом № 655 от 13 июля 2017 г. и УП, утвержденным Ученым советом МГТУ (Протокол № 7 от 28.02.2019), а также рабочей программой по химии нефти и нефтепродуктов, утвержденной на заседании кафедры химии МГТУ.

В соответствии с Государственным образовательным стандартом базового высшего профессионального образования по направлению 04.04.01 «Химия» обязательный минимум содержания дисциплины «Химия нефти и нефтепродуктов» для самостоятельной работы составляет 36 часов: «Химический состав нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки; основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов; углеводороды нефти: алканы, нафтены, арены, гетероатомные соединения; нефть и нефтепродукты как дисперсные системы; гипотезы происхождения нефти».

В результате освоения программы дисциплины «Химия нефти и нефтепродуктов» магистр должен:

Знать:

- химический состав нефтей;
- основные физико-химические методы исследования химического состава нефти;
- углеводороды нефти: алканы, нафтены, арены, гетероатомные соединения;
- нефть как дисперсные системы;
- гипотезы происхождения нефти.

Уметь:

- использовать физические, химические и эксплуатационные свойства нефти
- применять полученные знания для экспертизы проектов, технологий и производств, сертификации продукции с целью достижения максимальной экологической безопасности хозяйственной деятельности человека;

Владеть: навыками основных методов разделения, очистки и идентификации компонентов нефти.

Процесс изучения дисциплины «Химия нефти и нефтепродуктов» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО для направления подготовки 04.04.01 Химия:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции
1	ПК-1-н.	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук
2	ПК-2-н.	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук
3	ПК-3-н.	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук

Целью дисциплины «Химия нефти и нефтепродуктов» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой магистра и рабочим учебным планом направления 04.04.01 «Химия», что предполагает освоение обучающимися теоретических знаний в области химии нефти и нефтепродуктов.

Задачи дисциплины: дать необходимые теоретические знания, практические умения и навыки по основам химии нефти и нефтепродуктов, позволяющие успешно использовать их в научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы	Кол-во часов
1.	Роль нефти и нефтепродуктов в современном мире. Гипотезы происхождения нефти.	2
2.	Состав и классификация нефтей. Фракционный и химический состав нефтей. Классификации: химические, технологическая.	2
3.	Физико-химические свойства нефти: плотность, молекулярная масса, вязкость, температуры кристаллизации, помутнения, застывания, вспышки, воспламенения. Оптические свойства. Нефть как дисперсная система.	2
4.	Алканы нефти. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Содержание алканов в нефтях. Получение алканов из нефти и природного газа. Способы получения: гидрированием непредельных углеводородов, из солей карбоновых кислот, из галогенопроизводных по реакции Вюрца. Химические свойства: реакции галогенирования, нитрования, сульфохлорирования, окисления и дегидрирования.	2
5.	Циклоалканы (нафтены) нефти. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Содержание циклоалканов в нефтях. Моноциклические и полициклические циклоалканы. Методы получения (синтез из дигалогенопроизводных и гидрированием ароматических углеводородов) и химические свойства циклоалканов. Теория напряжения Байера об относительной прочности циклов.	2
6.	Арены нефти. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Содержание в нефтях и нефтяных фракциях. Получение гомологов бензола реакцией алкилирования Фриделя-Крафтса. Химические свойства: реакции электрофильного замещения и их механизм, правила замещения в бензольном ядре. Понятие об индуктивном и мезомерном эффектах. Реакции присоединения и окисления. Многоядерные ароматические углеводороды с конденсированными ядрами. Использование аренов в нефтехимическом синтезе.	2
7.	Гетероатомные соединения и минеральные компоненты нефти. Кислородсодержащие соединения: нефтяные кислоты, нефтяные фенолы, нейтральные соединения. Серосодержащие соединения: распределение по фракциям нефти, меркаптаны, сульфиды, тиофен и его производные. Использование их в промышленности. Азотсодержащие соединения: азотистые основания, гомологи анилина, производные пиридина, производные пиррола и амиды кислот. Нефтяные порфирины. Смолисто-асфальтеновые вещества: строение, свойства. Использование битумов в промышленности. Минеральные компоненты нефти: классификация по Камьянову, влияние содержания микроэлементов в нефти на процессы ее переработки и дальнейшее использование нефтепродуктов.	2
8.	Непредельные углеводороды, образующиеся при переработке нефти. Алкены, алкины, диены. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Промышленные способы получения. Химические свойства. Использование в нефтехимическом синтезе.	2
9.	Термические превращения углеводородов нефти. Теоретические основы термических процессов. Термические превращения углеводородов в газовой и жидкой фазах. Пиролиз. Образование нефтяного кокса. Каталитический крекинг и риформинг. Синтез высокооктановых компонентов топлив. Гидрокрекинг. Гидроочистка. Коксование.	2
10.	Методы разделения компонентов нефти. Классификация методов раз-	2

	деления: химические, физические, простые и сложные методы. Перегонка, ректификация (азеотропная, экстрактивная), абсорбция, экстракция, хроматография. Кристаллизация. Экстрактивная кристаллизация. Разделение нефтяных фракций на адсорбентах. Образование аддуктов и комплексов, проблемы забивки трубопроводов. Использование цеолитов. Химические и микробиологические методы разделения компонентов нефти и газа.	
11.	Основные физико-химические методы исследования состава нефти и нефтепродуктов. Определение элементного состава. Определение группового состава: групповой состав бензина, структурно-групповой состав керосиновых и масляных фракций.	2
12.	Хроматографические методы. Виды хроматографии. Анализ прямогонных бензиновых фракций методом газожидкостной хроматографии.	2
13.	Физико-химические методы исследования нефти и нефтепродуктов. Ультрафиолетовая и инфракрасная спектроскопия. Показатель ароматизированности нефтей. Применение ИК-спектроскопии для структурно-группового анализа высококипящих алкано-циклоалкановых фракций. Ядерный магнитный и электронный парамагнитный резонанс.	8
14.	Классификация нефтепродуктов. Методы очистки нефти и нефтепродуктов. Химические методы очистки: очистка серной кислотой, щелочью. Адсорбционные и каталитические методы очистки. Методы очистки с применением избирательных растворителей. Селективная очистка. Депарафинизация топлив и масел с целью снижения температуры застывания очищаемых нефтепродуктов.	4

Всего: 36 ч.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Берестова Г.И., Коновалова И.Н. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов. Ч.1. Свойства, состав и классификация нефтей и газов: Мурманск: Изд-во МГТУ, – 2013. - 120 с. (100 экз.)
2. Берестова Г.И., Коновалова И.Н. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов. Ч.2. Методы переработки и исследования нефти и газа: Мурманск: Изд-во МГТУ, – 2014. – 144 с. (100 экз.)

Дополнительная литература:

1. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа : учеб. пособие / С. А. Ахметов [и др.] ; под ред. С. А. Ахметова. - Москва : Химия, 2005. - 735 с. (2 экз.)

4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Состав и свойства нефти и нефтепродуктов. Общие свойства и классификация нефтей.

Необходимо обратить внимание на классификации нефтей: химические, технологические, а также на важные показатели качества нефти: фракционный и химический состав; физико-химические свойства: плотность, молекулярная масса, вязкость, температуры кристаллизации, помутнения, застывания, вспышки, воспламенения.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскуракова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с. 29-37)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какие классы углеводородов входят в состав нефти?
2. Перечислите основные физико-химические свойства нефти
3. Какие классификации нефти вы знаете?
4. Какие углеводороды входят в состав газов?
5. Перечислите наиболее важные показатели качества нефти.

2. Непредельные углеводороды, образующиеся при переработке нефти.

При изучении данного раздела следует учитывать то, что непредельные соединения встречаются в сырой нефти редко и в незначительных количествах, в основном в высококипящих фракциях. Однако они образуются в процессах переработки нефти и являются важнейшим сырьем для нефтехимического и органического синтеза. Обратите внимание на номенклатуру органических соединений (систематическую и рациональную), на применение правил Зайцева и Марковникова, реакции электрофильного присоединения и их механизм. (Нечаев А.П., Еременко Т.В. Органическая химия: учебник для вузов.-М.: Высшая школа, 1985. – с. 65–105)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какие углеводороды называются непредельными, алкенами, алкинами?
2. Напишите структурную формулу вещества по названию: 2,2-диметилектен-3; 3-изопропилгексен-2. К какому классу углеводородов они принадлежат?
3. В чем заключаются правила Зайцева и Марковникова? Приведите примеры.
4. Какие углеводороды называются сопряженными диенами? Охарактеризуйте их химические свойства.
5. Какой тип реакций наиболее характерен для непредельных углеводородов?

3. Методы разделения компонентов нефти и газа.

Для облегчения анализа нефтей и нефтепродуктов используют разнообразные методы их предварительного разделения как по молекулярным массам, так и по химическому составу. Для разделения нефти и выделения различных групп углеводородов и гетероатомных компонентов применяют химические и физические методы. Необходимо обратить внимание на классификацию методов разделения. Сочетание эффективных приемов разделения с современными инструментальными методами анализа позволило создать информативные экспресс-методики определения качественного и количественного состава нефтей и нефтепродуктов.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с. 72 - 110)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Классификация методов разделения компонентов нефти и нефтепродуктов: химические, физические, простые и сложные методы.
2. Перегонка, ректификация (азеотропная, экстрактивная),
3. Абсорбция, экстракция.
4. Кристаллизация. Экстрактивная кристаллизация.

4. Исследование состава нефти, газов и нефтепродуктов.

Химический и фракционный состав нефтей необходимо знать для выбора наиболее рационального комплекса процессов нефтепереработки, их моделирования, обоснования мощности нефтеперерабатывающих установок, а также для развития представлений о генезисе нефти и решения задач нефтяной геологии.

Различают несколько видов анализа нефтей и нефтяных фракций: элементный, индивидуальный, групповой, структурно-групповой.

Развитие техники современных физико-химических методов анализа смесей позволило перейти от определения элементного состава нефтей к исследованиям группового и индивидуального состава нефтяных фракций. Разработаны методы изучения индивидуального со-

става газа и бензиновых фракций (до C_{10}), группового состава и идентификации ряда индивидуальных компонентов керосино-газойлевых фракций (до C_{20}).

Следует обратить внимание на хроматографические методы, виды хроматографии, анализ прямогонных бензиновых фракций методом газожидкостной хроматографии.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с. 111 – 144.)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какие методы анализа и разделения веществ называются хроматографическими?
2. Какие виды хроматографии вы знаете?
3. Как проводится анализ прямогонных бензиновых фракций методом газожидкостной хроматографии?
4. Что в теории хроматографии называется «тарелкой»?

5. Методы очистки нефтепродуктов.

Получаемые в различных процессах переработки нефти фракции в большинстве случаев не являются готовыми товарными продуктами. Они содержат всевозможные примеси, присутствие которых делает эти фракции некондиционными. Для удаления нежелательных примесей нефтепродукты подвергают очистке. При изучении данного раздела необходимо обратить внимание на адсорбционные и каталитические методы очистки, методы очистки с применением избирательных растворителей, депарафинизацию топлив и масел с целью снижения температуры застывания очищаемых нефтепродуктов.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с.395 – 409.)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какой процесс называется гидроочисткой?
2. Как из нефтяных фракций удаляется сера?
3. Почему высокое содержание серы в нефтепродукте нежелательно?
4. Что называется адсорбцией?

6. Состав и эксплуатационные свойства основных видов топлив и масел.

Следует обратить внимание на классификацию и свойства бензинов: детонационная стойкость, октановое число, фракционный состав, химическая стабильность, содержание серы.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с. 410 – 438)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Что называется октановым числом?
2. Что называется цетановым числом?
3. Какие виды нефтепродуктов получают из нефти?

7. Происхождение нефти.

Обратите внимание на гипотезы минерального происхождения нефти, предложенные Д.И. Менделеевым, Н.А. Соколовым; геологические доказательства минеральной гипотезы происхождения нефти. Студенты должны иметь представления об органическом происхождении нефти, отраженные в работах Н.Д. Зелинского, И.М. Губкина; понятие о макронепти. (Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с.38 – 59)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какие факты подтверждают гипотезы минерального происхождения нефти?
2. Какие факты подтверждают гипотезы органического происхождения нефти?

3. Что называется «биомаркерами»?
4. Современные представления об образовании нефти и газа.
5. Образование основных классов углеводородов нефти.
6. Факторы, влияющие на состав углеводородов нефти.