

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института химии  
Профессор, д.х.н. Горячева И.Ю.

"11" 10 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
Химия неуглеводородных соединений нефти

Направление подготовки  
**18.03.01 Химическая технология**

Профиль подготовки  
**Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
*очная*

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Егорова Алевтина Юрьевна		11.10.2021
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		11.10.2021
Заведующий кафедрой	Егорова Алевтина Юрьевна		11.10.2021
Специалист Учебного управления			

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Химия неуглеводородных соединений нефти» являются:

- формирование у обучающихся компетенций связанных с базовыми знаниями по изучению строения, химических свойств наименее изученных гетероатомных соединений – разнохарактерных и сложных по составу, строению компонентов нефти, знакомство с элементным, химическим и фракционным составом нефти;

- ознакомление с современным пониманием значения нефти, природных и попутных газов как важнейших сырьевых источников промышленного органического синтеза.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Химия неуглеводородных соединений нефти» (Б1.О.04) входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» и осваивается в 4 семестре.

Материал дисциплины логически и содержательно-методически взаимосвязан с дисциплинами «Введение в специальность», «Органическая химия». В результате изучения этих дисциплин, обучающиеся должны обладать входными знаниями и умениями, необходимыми для освоения курса «Химия неуглеводородных соединений нефти»:

- иметь информацию об основных исторических этапах развития; естественнонаучных законах, химии; физики;

- умение использовать полученные знания в формировании общих тенденций развития нефтегазовой промышленности;

- умение пользоваться и выбирать основные источники информации.

Освоение дисциплины как предшествующей необходимо для усвоения курсов:

- Химия нефти и газа;

- Химическая технология топлива и углеродных материалов;

- Общая химическая технология

- Технология нефтехимического и органического синтеза

- Химические реагенты в бурении и нефтеподготовке

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>ОПК-2.</b> Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b> Применяет физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования для решения профессиональных задач</p> <p><b>ОПК-2.2.</b> Выбирает оптимальные физико-химические, химические методы для решения прикладных задач в профессиональной деятельности</p> <p><b>ОПК-2.3.</b> Обрабатывает и интерпретирует на основе математических, физических, физико-химических, химических законов показатели технологических процессов</p>	<p>•Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- природные источники и состав основных компонентов нефти, в том числе и неуглеводородной природы;</li> <li>- значение гетероатомных соединений для процессов нефтепереработки;</li> <li>- возможность расширения ресурсов и рационализации способов переработки и использования ценнейшего природного сырья – нефти.</li> </ul> <p>•Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы качественного и количественного определения гетероатомных соединений нефти;</li> <li>- исследовать структуру неуглеводородных соединений нефти.</li> </ul> <p>•Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами эксперимента, выделения, очистки органических веществ и определения их физических констант;</li> <li>- навыками по определению группового химического состава неуглеводородных компонентов нефти.</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семес тр	Неде ля семес тра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	
				лекции	Лабораторные занятия		СР	Контроль	Всего	Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
	Общая трудоемко сть	Из них – практическая подготовка									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Введение. Происхождение нефти. Значение нефти и нефтепродуктов. Значение гетероатомных соединений нефти.	4	1	2	4	-	6	-	12	Проверка лабораторного журнала, отчет о проделанной работе	

2	Состав и строение сернистых компонентов нефти  Происхождение нефтяных сернистых соединений. Выделение и возможности практического использования		1-3	10	6	-	10	-	26	Разбор конкретных ситуаций  Проверка лабораторного журнала, отчет о проделанной работе
3	Состав и строение кислородсодержащих соединений нефти.	4	4	4	4	-	10	-	18	Проверка лабораторного журнала, отчет о проделанной работе Разбор конкретных ситуаций
4	Состав и строение азотистых соединений нефти. Выделение и применение азоторганических соединений нефти.	4	5-6	8	4	-	10	-	22	Проверка лабораторного журнала, отчет о проделанной работе
5	Нефтяные	4	7	2	4	-	10	-	16	Разбор конкретных ситуаций



## 4.1 Содержание дисциплины

**1. Введение.** Происхождение нефти. Гипотеза минерального происхождения нефти. Гипотеза Д.И. Менделеева. Гипотеза органического происхождения нефти из органических веществ осадочных пород. Значение нефти и нефтепродуктов. Значение гетероатомных соединений нефти.

**2. Сернистые соединения.** Общая сернистость нефтей. Состав и строение сернистых компонентов нефти.

Тиолы(меркаптаны). Дисульфиды. Сульфиды. Сульфиды с атомом серы в открытой цепи. Содержание в нефти тиалканов, алкилциклоалкилсульфидов, арилалкилсульфидов.

Тиацикланы. Групповой состав в различных нефтях. Групповой состав сернистых соединений из фракций 370-530<sup>0</sup>С различных нефтей.

Бензотиацикланы. Тиофены. Содержание в тяжелых прямогонных фракциях нефтей. Нефти созревшие, несозревшие, измененные. Тиаинданы.

Соединения, содержащие более одного гетероатома в молекуле. Бифункциональные сернистые соединения с двумя атомами серы. Нейтральные сернистые соединения (тиофеноиндолы, тиахтолоны)

Происхождение нефтяных сернистых соединений. Основные структурные особенности. Связь с углеводородами нефти.

Очистка и выделение сернистых соединений нефтей. Действие водных растворов щелочей моноэтаноламина. Использование солей тяжелых металлов). Окисление. Облагораживание бензинов. Гидроочистка.

Качественное определение серы в нефти и нефтепродуктах. Физико-химические методы количественного определения серы в нефти. Метод рентгено-флюоресцентного анализа(РФА). Пиролитический ламповый метод. Метод потенциометрического титрования. Определение с помощью данных ИК- спектроскопии.

**3. Кислородные соединения нефтей.**

Среднее содержание кислорода в нефтях и углеводородных газах. Состав и строение кислородсодержащих компонентов нефти. Групповой состав кислородных соединений. Кислородные соединения кислого характера

(кислоты, фенолы). «Кислотное число». Нейтральные кислородные соединения.

Нефтяные карбоновые кислоты. Алифатические нефтяные кислоты, структурные особенности. Изопреноидные кислоты. Нафтеновые (алициклические) кислоты, холановые кислоты. Прочие нефтяные кислоты. Фенолы, содержащие насыщенные циклы.

Нейтральные кислородсодержащие соединения нефти. Кетоны. Нафтен и бензоаналоги ацетофенона. Сложные эфиры. Метод ИК спектроскопии для качественного определения кислорода в нефти. Простые эфиры, бензофураны, нафтенфураны. Спирты.

Генетические характеристики кислородсодержащих компонентов нефти. Алифатические кислородсодержащие соединения нефти. Процессы деградации кислот в условиях недр. Алициклические и ароматические кислородсодержащие соединения.

Свойства и практическое использование кислородсодержащих компонентов нефти и их производных. «Мылонафт». Эмульгаторы. Присадки к топливам.

#### **4. Азотистые соединения нефтей.**

Общее содержание азота в нефти. Концентрация азота и связь с глубиной залегания пластов. Состав и строение азотистых соединений нефтей. Групповой состав. Распределение азота между фракциями ряда нефтей. Азотистые основания – наиболее изученная группа азотистых соединений нефти. Соединения слабоосновного и нейтрального характера. Соединения, содержащие более одного гетероатома в молекуле. Соединения с двумя атомами азота. Амиды. Азотсодержащие карбоновые кислоты и фенолы. Аминокислоты. Особенности состава азотистых компонентов продуктов вторичных процессов нефтепереработки.

Представления о происхождении азотистых компонентов нефти. Связь с растительными алкалоидами. Биологические предшественники. Порфирины.

Некоторые технические характеристики азотистых соединений нефтей. Каталитические яды. Антиоксиданты для топлив, антикоррозионная активность. Комплексообразующая способность.

**5. Нефтяные порфирины.** Состав и химическая структура нефтяных порфиринов. Общая характеристика и выделение. Формы нахождения в



нефтях. Состав порфириновых концентратов нефтей. Метод фракционирования геопорфиринов. Характеристика и состав фракций.

**6. Микроэлементные соединения нефтей.** Типы и классификация микроэлементных соединений. Элементорганические соединения. Соли металлов. Внутримолекулярные комплексы металлов. Микроэлементы в полициклических структурах. Микроэлементы в нефти.

**7. Высокомолекулярные гетероатомные соединения.** Содержание смолисто-асфальтовых веществ в нефтях. Смолы и асфальтены. Карбены и карбоиды. Состав и строение ВМС нефти. Элементный и микроэлементный состав. Распределение атомов С и Н, средняя ароматичность молекулы ВМС. Генезис ВМС нефти, направления использования.

**8. Методы выделения, разделения и анализа гетероатомных компонентов нефти.**

Методы выделение и фракционирования ГАС. Экстракционные методы (кислотная и щелочная экстракция, экстракция органическими растворителями). Методы, связанные с образованием комплексов или клатратов. Комплексообразование с солями металлов, реакции образования кристаллических комплексов с органическими акцепторами. Сорбционные и хроматографические методы. Колоночная жидкостная хроматография Газовая хроматография. Методы, связанные с химической модификацией структуры.

Методы анализа ГАС. Потенциометрическое титрование. Спектральные и радиоспектральные методы анализа. Электронная и инфракрасная спектроскопии. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Жидкостная хроматография. Масс-спектрометрия.

Методы, связанные с химической модификацией и деструкцией молекул (изменение природы функциональных групп, элиминирование гетероатома из молекул, селективная деструкция)

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии: изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с

использованием компьютерных технологий (в программе Power Point); промежуточный контроль знаний студентов, итоговое тестирование; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, специальной учебной и научной литературы.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе интерактивных форм обучения, выполнения поисковых, творческих заданий, деловых игр, разбор конкретных ситуаций, встречи с представителями профилирующих российских компаний.

**Адаптивные образовательные технологии для инвалидов и лиц с ОВЗ.** При изучении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используются следующие адаптивные технологии: использование социально-активных рефлексивных методов обучения для создания комфортного психологического климата в студенческой группе, использование дистанционных технологий при реализации программы, работа по индивидуальному плану (время подготовки для выполнения работ увеличивать на 0.5 часа).

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа студента заключается в освоении теоретического материала, в поиске информации в сети Internet, сборе, анализе, обобщении, систематизации полученных данных, подготовке к

Оценочные средства текущего контроля включают:

- разбор конкретных ситуаций
- оценку личностных качеств студента (аккуратность, исполнительность, инициативность)
- итоговое тестирование

Промежуточная аттестация студентов производится в форме: экзамена.

Приведены примеры заданий для разбора конкретных ситуаций, вопросов по дисциплине.

### **Примеры задания для дискуссий**

1. Сернистые соединения. Состав и строение сернистых компонентов нефти.
2. Содержание смолисто-асфальтовых веществ в нефтях. Смолы и асфальтены.

3. Методы выделения и фракционирования ГАС.
4. Нефтяные порфирины. Состав и химическая структура нефтяных порфиринов.
5. Высокмолекулярные гетероатомные соединения.

**Примерный перечень вопросов для оценки знаний студентов по дисциплине**

1. Происхождение нефти. Гипотеза минерального происхождения нефти. Гипотеза органического происхождения нефти из органических веществ осадочных пород.
2. Сернистые соединения. Состав и строение сернистых компонентов нефти. Тиолы(меркаптаны). Дисульфиды. Сульфиды. Сульфиды с атомом серы в открытой цепи.
3. Тиацикланы. Групповой состав в различных нефтях.
4. Бензотиацикланы. Тиофены. Содержание в тяжелых прямогонных фракциях нефтей.
5. Соединения, содержащие более одного гетероатома в молекуле. Бифункциональные сернистые соединения с двумя атомами серы.
6. Нейтральные сернистые соединения (тиофеноиндолы, тиатиолон)
7. Происхождение нефтяных сернистых соединений. Связь с углеводородами нефти.
8. Очистка и выделение сернистых соединений нефтей. Действие водных растворов щелочей моноэтаноламина. Использование солей тяжелых металлов. Окисление.
9. Облагораживание бензинов. Гидроочистка.
10. Качественное определение серы в нефти и нефтепродуктах.
11. Физико-химические методы количественного определения серы в нефти.
12. Пиролитический ламповый метод. Метод потенциометрического титрования.
13. Определение с помощью данных ИК- спектроскопии.
14. Кислородные соединения нефтей. Состав и строение кислородсодержащих компонентов нефти.
15. Групповой состав кислородных соединений. Кислородные соединения кислого характера (кислоты, фенолы). «Кислотное число». Нейтральные кислородные соединения.
16. Нефтяные карбоновые кислоты. Алифатические нефтяные кислоты, структурные особенности. Изопреноидные кислоты. Нафтенонные (алициклические) кислоты, холановые кислоты. Прочие нефтяные кислоты.
17. Фенолы, содержащие насыщенные циклы.
18. Нейтральные кислородсодержащие соединения нефти. Кетоны. Нафтенон и бензоаналоги ацетофенона. Сложные эфиры.

19. Метод ИК спектроскопии для качественного определения кислорода в нефти.
20. Простые эфиры, бензофураны, нафтофураны. Спирты.
21. Генетические характеристики кислородсодержащих компонентов нефти. Алифатические кислородсодержащие соединения нефти.
22. Процессы деградации кислот в условиях недр.
23. Алициклические и ароматические кислородсодержащие соединения.
24. Свойства и практическое использование кислородсодержащих компонентов нефти и их производных.
25. Азотистые соединения нефтей. Общее содержание азота в нефти.
26. Состав и строение азотистых соединений нефтей. Групповой состав.
27. Соединения слабоосновного и нейтрального характера. Соединения, содержащие более одного гетероатома в молекуле. Соединения с двумя атомами азота. Амиды.
28. Азотсодержащие карбоновые кислоты и фенолы. Аминокислоты. Особенности состава азотистых компонентов продуктов вторичных процессов нефтепереработки.
29. Представления о происхождении азотистых компонентов нефти. Связь с растительными алкалоидами. Биологические предшественники. Порфирины.
30. Некоторые технические характеристики азотистых соединений нефтей. Каталитические яды. Антиоксиданты для топлив, антикоррозионная активность. Комплексообразующая способность.
31. Нефтяные порфирины. Состав и химическая структура нефтяных порфиринов. Общая характеристика и выделение. Формы нахождения в нефтях. Состав порфириновых концентратов нефтей. Метод фракционирования геопорфиринов. Характеристика и состав фракций.
32. Микроэлементные соединения нефтей. Типы и классификация микроэлементных соединений. Элементорганические соединения. Соли металлов. Внутримолекулярные комплексы металлов. Микроэлементы в полициклических структурах. Микроэлементы в нефти.
33. Высокомолекулярные гетероатомные соединения. Содержание смолисто-асфальтовых веществ в нефтях. Смолы и асфальтены. Карбены и карбоиды. Состав и строение ВМС нефти. Элементный и микроэлементный состав. Распределение атомов С и Н, средняя ароматичность молекулы ВМС. Генезис ВМС нефти, направления использования.
34. Методы выделения, разделения и анализа гетероатомных компонентов нефти.

35. Методы выделения и фракционирования ГАС. Экстракционные методы (кислотная и щелочная экстракция, экстракция органическими растворителями).

36. Методы, связанные с образованием комплексов или клатратов. Комплексообразование с солями металлов, реакции образования кристаллических комплексов с органическими акцепторами.

37. Сорбционные и хроматографические методы. Колоночная жидкостная хроматография Газовая хроматография.

38. Методы, связанные с химической модификацией структуры. Методы, связанные с химической модификацией и деструкцией молекул (изменение природы функциональных групп, элиминирование гетероатома из молекул, селективная деструкция)

39. Методы анализа ГАС. Потенциометрическое титрование. Спектральные и радиоспектральные методы анализа. Электронная и инфракрасная спектроскопии. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Жидкостная хроматография. Масс-спектрометрия.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация (зачет)	Итого
4	30	0	0	10	0	30	30	100

**Лекции – 30 баллов**, оцениваются посещаемость (10 балла), активность в аудитории (20 баллов)

**Лабораторные занятия**  
оценивание не предусмотрено

**Практические занятия**  
не предусмотрены

**Автоматизированное тестирование**  
не предусмотрено

**Самостоятельная работа – 10 баллов**, оцениваться качество выполненных домашних работ, правильность выполнения (5 баллов), грамотность в оформлении (5 баллов).

**Другие виды учебной деятельности (рефераты) – 30 баллов**, оцениваются самостоятельность выполнения (10 баллов), правильность (15 баллов), аккуратность (5 баллов).

**Промежуточная аттестация (экзамен) от 0 до 30 баллов**, при необходимости проходит в виде устного опроса: знание основных определений и законов (10 баллов), умение записать итоговые уравнения (10 баллов), анализ основных уравнений, пределы их применимости, практическая значимость (10 баллов)

ответ на «отлично» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 10 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

**Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по дисциплине «Химия неуглеводородных соединений нефти» составляет 100 баллов.**

Таблица 2.1. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Химия неуглеводородных соединений нефти» (экзамен):

86-100 баллов	отлично
71-85 баллов	хорошо
60-70 баллов	удовлетворительно
0-59 баллов	неудовлетворительно

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Химия неуглеводородных соединений нефти»

а) литература:

1. **Вержичинская С.В.** Химия и технология нефти и газа : учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Сеницин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ФОРУМ, 2009. – 399. (11 экз.) ✓
2. **Рябов В. Д.** Химия нефти и газа : учебное пособие / В. Д. Рябов. - 2, испр. и доп. - Москва : Издательский Дом "ФОРУМ", 2019. - 335 с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=940691>. (ЭБС «Инфра-М») ✓
3. **Кривцова Н. И.** Химия нефти и газа. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Н.И. Кривцова. - Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2018. - 127 с. (ЭБС «Инфра-М») ✓

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

программное обеспечение

1. Microsoft Word 2010
2. Microsoft Excel 2010
3. Microsoft PowerPoint 2010

Интернет-ресурсы

1. <http://www.iprbookshop.ru/22389>.– ЭБС - Воробьев А.Е. История нефтегазового дела в России и за рубежом [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воробьев А.Е., Синченко А.В.–Электрон. текстовые данные.– М.: Российский университет дружбы народов,2013.– 140 с.
2. <http://www.mos-gaz.ru/history/industry-russia/>-Хронограф истории газовой промышленности России [Электронный ресурс].
3. <http://www.mte.gov.ru>. Корпоративный сайт Министерства промышленности и энергетики России, «Энергетическая стратегия России до 2020 года»
4. [http:// www.gazprom.ru](http://www.gazprom.ru) - Корпоративный сайт газовой компании ОАО «Газпром»
5. <http://www.elobook.com/ekonpredpr/4132-dunaev-vfshpakov-vl-epifanova-er-lyndin-vn.html> - Дунаев В.Ф. Экономика предприятий нефтяной и газовой промышленности [Электронный ресурс]: Учебник под ред. В.Д. Дунаева / В.Ф. Дунаев, В.Д. Шпаков, Н.П. Епифанова, В.Н. Лындин. – Электрон. текстовые данные. – М.: ФГУЛ Изд-во «Нефть и газ» РГУ Нефти и газа им. Губкина, 2006.– 352 с.

6. <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html>- сайт химического факультета МГУ

7. <http://www.ecooil.su/> – сайт «Нефть и экология»;

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

1. Аудитории для чтения лекций
2. Учебные лаборатории
3. Современное мультимедийное оборудование.
4. Персональный компьютер.
5. Проекционная аппаратура: оверхед-проектор и мультимедиа-проектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.01 Химическая технология профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Автор (ы):

Профессор кафедры органической и биоорганической химии, д.х.н.

Института химии СГУ.

Егорова А.Ю.

Программа одобрена на заседании кафедры органической и биоорганической химии от «11» октября 2021 года, протокол № 2.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Примерные вопросы для аттестация по итогам освоения дисциплины

Кафедра органической и биоорганической химии  
Дисциплина «Химия неуглеводородных соединений нефти»

#### Билет 1

1. Сернистые соединения. Состав и строение сернистых компонентов нефти.
2. Содержание смолисто-асфальтовых веществ в нефтях. Смолы и асфальтены.
3. Методы выделение и фракционирования ГАС.

Кафедра органической и биоорганической химии  
Дисциплина «Химия неуглеводородных соединений нефти»

#### Билет 2

1. Нефтяные порфирины. Состав и химическая структура нефтяных порфиринов.
2. Высокомолекулярные гетероатомные соединения.
3. Методы выделения ГАС, связанные с химической модификацией и деструкцией молекул

Кафедра органической и биоорганической химии  
Дисциплина «Химия неуглеводородных соединений нефти»

#### Билет 3

1. Генетические характеристики кислородсодержащих компонентов нефти. Алифатические кислородсодержащие соединения нефти.
2. Технические характеристики азотистых соединений нефтей. Каталитические яды. Антиоксиданты для топлив, антикоррозионная активность.
3. Тиацикланы. Групповой состав в различных нефтях

Кафедра органической и биорганической химии  
Дисциплина «Химия углеводородных соединений нефти»

Билет 4

1. Азотсодержащие карбоновые кислоты и фенолы. Аминокислоты. Особенности состава азотистых компонентов продуктов вторичных процессов нефтепереработки.
2. Бензотиацикланы. Тиофены. Содержание в тяжелых прямогонных фракциях нефтей. Нефти созревшие, несозревшие, измененные.
3. Методы выделения и фракционирования ГАС. Экстракционные методы (кислотная и щелочная экстракция, экстракция органическими растворителями).

Кафедра органической и биорганической химии  
Дисциплина «Химия углеводородных соединений нефти»

Билет 5

1. Нефтяные карбоновые кислоты. Алифатические нефтяные кислоты, структурные особенности. Изопреноидные кислоты.
2. Соединения, содержащие более одного гетероатома в молекуле. Бифункциональные сернистые соединения с двумя атомами серы.
3. Метод фракционирования геопорфиринов. Характеристика и состав фракций.

Кафедра органической и биорганической химии  
Дисциплина «Химия углеводородных соединений нефти»

Билет 6

1. Нафтенновые (алициклические) кислоты, холановые кислоты. Прочие нефтяные кислоты.
2. Технические характеристики азотистых соединений нефтей. Комплексообразующая способность.
3. Происхождение нефтяных сернистых соединений. Связь с углеводородами нефти.

Кафедра органической и биорганической химии  
Дисциплина «Химия неуглеводородных соединений нефти»

Билет 7

1. Качественное определение серы в нефти и нефтепродуктах.
2. Процессы деградации кислот в условиях недр.
3. Азотистые соединения нефтей. Общее содержание азота в нефти.

Кафедра органической и биорганической химии  
Дисциплина «Химия неуглеводородных соединений нефти»

Билет 8

1. Нейтральные кислородсодержащие соединения нефти. Кетоны. Нафтенно и бензоаналоги ацетофенона. Сложные эфиры.
2. Представления о происхождении азотистых компонентов нефти. Связь с растительными алкалоидами. Биологические предшественники.
3. Физико-химические методы количественного определения серы в нефти.

Кафедра органической и биорганической химии  
Дисциплина «Химия неуглеводородных соединений нефти»

Билет 9

1. Свойства и практическое использование кислородсодержащих компонентов нефти и их производных.
2. Очистка и выделение сернистых соединений нефтей. Действие водных растворов щелочей моноэтаноламина. Использование солей тяжелых металлов. Окисление.
3. Методы анализа ГАС. Спектральные и радиоспектральные методы анализа. Электронная и инфракрасная спектроскопии.

Кафедра органической и биоорганической химии  
Дисциплина «*Химия неуглеводородных соединений нефти*»

Билет 10

1. Облагораживание бензинов. Гидроочистка.
2. Микроэлементные соединения нефтей.
3. Кислородные соединения нефтей. Фенолы, содержащие насыщенные циклы.

Кафедра органической и биоорганической химии  
Дисциплина «*Химия неуглеводородных соединений нефти*»

Билет 11

1. Качественное определение серы в нефти и нефтепродуктах.
2. Состав порфириновых концентратов нефтей. Формы нахождения в нефтях.
3. Метод ИК спектроскопии для качественного определения кислорода в нефти.