

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт биологии и экологии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
И. Н. Смирнова  
«          »            2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

**направление подготовки / специальность**

04.03.01 Химия

**направленность (профиль) подготовки**

химический анализ, химическая и экологическая экспертиза объектов окружающей среды

г. Владимир  
Год 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основ химии нефти, нефтепереработки и нефтехимического синтеза.

**Задачи:** Ознакомление студентов с химией и технологией нефти и газа; формирование навыков исследования химического состава нефтей и нефтепродуктов с помощью современных физико-химических методов; освоение методов расчета материальных и тепловых балансов нефтехимических производств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы нефтехимического синтеза» относится к части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Основы нефтехимического синтеза», соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-3 способен планировать и разрабатывать оптимальный алгоритм анализа сырья, промежуточной и готовой продукции с применением современных технологических средств	<p>ПК-3.1. Знает правила использования оборудования, средств измерений и контроля согласно требованиям инструкции по эксплуатации;</p> <p>ПК-3.2. Умеет контролировать технологический процесс производства химических веществ в период его освоения;</p> <p>ПК-3.3 Владеет навыками использования методов изучения состава и структуры исследуемого сырья, промежуточной и готовой продукции</p>	<p><b>Знает:</b> основные технологические процессы переработки нефти и нефтехимического синтеза;</p> <p><b>Владеет:</b> навыками расчета материальных и тепловых балансов нефтехимических производств;</p> <p><b>Умеет:</b> исследовать химический состав нефтей и нефтепродуктов с помощью современных физико-химических методов</p>	Вопросы, тестовые вопросы
ПК-4 способен проводить химический анализ растворов, материалов и образцов изделий в соответствии с требованиями тех-	<p>ПК-4.1 Знает стандарты, методики и инструкции, определяющие порядок разработки и оформления отчетной документации по результатам исследований и разработок;</p> <p>ПК-4.2. Умеет выбирать</p>	<p><b>Знает:</b> физико-химические и эксплуатационные свойства нефтепродуктов и продуктов нефтехимического синтеза;</p> <p><b>Владеет:</b> техникой проведения экспертных ис-</p>	Вопросы, тестовые вопросы

нологической документации	методы, инструменты и оборудование для проведения химического анализа; ПК-4.3. Владеет современными методами проведения экспериментов и наблюдений в области профессиональной деятельности	следований нефти и нефтепродуктов; <b>Умеет:</b> выстраивать методику поведения экспертного исследования и анализировать полученные результаты	
---------------------------	---	---	--

#### 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником (в часах)			СРС	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение.	7	1	2				
2.	Физико-химические методы исследования нефти и газа.							
2.1	Физико-химические методы разделения компонентов нефти и газа.	7	2	2				
2.2	Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа.	7	3-4	4		10		
3.	Углеводороды нефти и продуктов её переработки.							
3.1	Алканы.	7	5	1				
3.2	Циклоалканы (нафтены).	7	5	1				
3.3	Арены.	7	6	2				
3.4	Ненасыщенные углеводороды.	7	7	2				
3.5	Определение состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.	7	8	2				Рейтинг-контроль № 1
4.	Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти.	7	9	2				
5.	Термические и каталитические							



	превращения углеводородов и других компонентов нефти и газа.							
5.1	Химизм и механизм термических превращений углеводородов.	7	10-11	4				
5.2	Химизм и механизм каталитических превращений углеводородов и других компонентов нефти и газа.	7	12-13	4				Рейтинг-контроль № 2
6.	Основные процессы переработки нефти и нефтехимического синтеза.	7	14-15	4		10		
7.	Состав и свойства основных видов нефтепродуктов и продуктов НХС.							
7.1	Состав и эксплуатационные свойства основных видов топлив.	7	16-17	4		16		
7.2	Экспертный анализ нефтепродуктов.	7	18	2				Рейтинг-контроль № 3
Итого по дисциплине, час.		72		36		36		Зачет

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Раздел 1. Введение.

Тема 1: Происхождение нефти. Состав, классификация, свойства.

Содержание темы:

Общие сведения о нефти. Классификация нефтей, их состав. Происхождение нефти. Физико-химические свойства нефти. Природный газ. Основные этапы подготовки нефти к переработке.

#### Раздел 2. Физико-химические методы исследования нефти и газа.

Тема 1: Физико-химические методы разделения компонентов нефти и газа.

Содержание темы:

Разделение углеводородных смесей методами перегонки, экстракции, кристаллизации, термической диффузии. Хроматографические методы разделения и анализа углеводородных смесей.

Тема 2: Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа.

Содержание темы:

Физико-химические константы углеводородов нефти и их роль в идентификации компонентов и анализе углеводородных смесей. Спектральные методы идентификации углеводородов и других компонентов нефти и газа.

#### Раздел 3. Углеводороды нефти и продуктов её переработки.

Тема 1: Алканы.

Содержание темы:

Содержание в нефтях. Физические свойства. Химические свойства. Газообразные, жидкие, твёрдые алканы нефтей. Анализ алканов нефтяных фракций.

Тема 2: Циклоалканы (нафтены).

Содержание темы:

Изомерия. Содержание в нефтях. Физические свойства. Химические свойства. Анализ нафтенов нефтяных фракций.

Тема 3: Арены.

Содержание темы:

Содержание в нефтях. Физические свойства. Химические свойства. Анализ аренов нефтяных фракций. Углеводороды смешанного строения.

Тема 4: Ненасыщенные углеводороды.

Содержание темы:

Физические свойства. Химические свойства. Анализ олефинов нефтяных фракций. Диены

Тема 5: Определение состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.

Содержание темы:

Определение группового и детализированного группового состава бензиновых фракций.

**Раздел 4.** Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти.

Тема 1: Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти.

Содержание темы:

Кислородные соединения нефти. Сернистые соединения. Азотистые соединения. Смолисто-асфальтеновые вещества. Минеральные компоненты нефти.

**Раздел 5.** Термические и каталитические превращения углеводородов и других компонентов нефти и газа.

Тема 1: Химизм и механизм термических превращений.

Содержание темы:

Основные характеристики связей в молекулах углеводородов. Типы разрыва связей. Термическая стабильность УВ. Термические превращения УВ.

Тема 2: Химизм и механизм каталитических превращений.

Содержание темы:

Каталитический крекинг. Гидрокрекинг. Гидроочистка. Каталитический риформинг. Превращения УВ в реакциях полимеризации, алкилирования и изомеризации.

**Раздел 6.** Основные процессы переработки нефти и нефтехимического синтеза.

Тема 1: Основные процессы нефтехимического синтеза.

Содержание темы:

Нефтехимический синтез. Основные процессы нефтехимического синтеза. Синтез олефинов. Бензол. Толуол. Ксилолы. Кумол и фенол. Дихлорэтан и винилхлорид. Этилбензол и стирол. Метанол и синтез-газ. Спирты, в т.ч. высшие. Формальдегид и ацетальдегид.

Тема 2: Методы переработки нефти и типовая аппаратура.

Содержание темы:

Первичная переработка нефти. Установки АТ, ВТ и АВТ.

**Раздел 7.** Состав и свойства основных видов нефтепродуктов и продуктов НХС.

Тема 1: Состав и эксплуатационные свойства основных видов топлив.

Содержание темы:

Бензины. Основные эксплуатационные характеристики. Оптимизация состава.

Тема 2: Экспертный анализ нефтепродуктов.

Содержание темы:

Основные методики экспертного анализа.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

**Раздел 2.** Физико-химические методы исследования нефти и газа.

Тема 2: Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа.

Лабораторная работа № 1 «Основные физико-химические константы углеводородов нефти».

Лабораторная работа № 2 «Определение йодных чисел и содержания непредельных углеводородов в светлых нефтепродуктах».

Лабораторная работа № 3 «Характеристика нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов».

**Раздел 6.** Методы переработки нефти и нефтехимического синтеза.

Лабораторная работа № 4 «Основное оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его расчет».

**Раздел 7.** Состав и эксплуатационные свойства основных видов нефтепродуктов и продуктов НХС.

Лабораторная работа № 5 «Экспертное исследование НП и ГСМ».

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИС-**



## ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### Рейтинг-контроль №1:

1. Физико-химические методы разделения компонентов нефти и газа: атмосферная перегонка; перегонка при пониженном давлении; сверхкритическая жидкостная фракционная экстракция; азеотропная и экстрактивная перегонка; кристаллизация; экстракция; термическая диффузия.
2. Физико-химические методы разделения компонентов нефти и газа: хроматографические методы. Фронтальный, проявительный, вытеснительный анализ.
3. Жидкие алканы нефти: выделение, количественное определение, идентификация.
4. Газообразные алканы. Основные методы анализа.
5. Природный и попутный газ: методы анализа.
6. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Алканы. Физические, химические свойства и спектральные характеристики.
7. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Алканы: выделение, количественное определение, идентификация.
8. Физико-химические методы исследования компонентов нефти и газа: хроматографические методы анализа. Жидкостная хроматография. Возможности использования метода при исследовании НП.
9. Физико-химические методы исследования компонентов нефти и газа: хроматографические методы анализа. Газовая хроматография. Возможности использования метода при исследовании НП. Аналитические задачи в химии нефти, решаемые с помощью ГХ.
10. Физико-химические методы идентификации углеводородов нефти и газа: спектральные методы.
11. Физико-химическая идентификация углеводородов нефти и газа. Основные физико-химические константы углеводородов: плотность; показатель преломления; удельная и молекулярная рефракция; интерцепт рефракции; рефракционная, удельная и относительная дисперсия; дисперсионный коэффициент.
12. Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа. Основные физико-химические константы углеводородов нефти. Спектральные методы идентификации углеводородов. Молекулярная спектроскопия.
13. Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа. Масс-спектрометрия.
14. Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа. ЯМР  $^{13}\text{C}$ . ПМР.
15. Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа. ЭПР.
16. Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа. Нейтронно-активационный анализ.
17. Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа. Элементный анализ НП с использованием ААС и ЭСА.
18. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Нафтены: физические и химические свойства (комплексообразование, дегидрирование, циклизация, равновесная структурная и селективная изомеризация).
19. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Нафтены: выделение, количественное определение и идентификация.



20. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Ароматические углеводороды: физические и химические свойства (комплексобразование, сульфирование, гидрирование, конденсация с малеиновым ангидридом и формальдегидом, пербромирование).
21. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Ароматические углеводороды: выделение, количественное определение, идентификация.
22. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Непредельные углеводороды: физические и химические свойства (гидрирование, галогенирование, озонирование, присоединение серной кислоты и ацетатов ртути).
23. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Непредельные углеводороды: выделение, количественное определение, идентификация.

### Рейтинг-контроль №2:

1. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Кислородные соединения. Выделение, количественное определение и идентификация.
2. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Нефтяные кислоты. Выделение, количественное определение и идентификация.
3. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Сернистые соединения. Меркаптаны. Сульфиды. Дисульфиды. Тиофаны. Тиофены. Выделение, количественное определение и идентификация.
4. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Азотистые соединения. Азотистые основания и нейтральные азотистые соединения. Выделение, количественное определение и идентификация.
5. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Смолисто-асфальтеновые вещества. Асфальтогеновые кислоты. Нейтральные смолы. Асфальтены. Выделение, количественное определение и идентификация.
6. Основные этапы подготовки нефти к переработке.
7. Первичная переработка нефти. Установки АТ, ВТ и АВТ, их продукция. Классификация установок первичной переработки нефти в зависимости от направления использования фракций. Особенности переработки нефти, связанные с уровнем ее предварительной подготовки.
8. Термические процессы переработки нефти. Особенности протекания термических процессов для разных классов углеводородов. Проанализируйте состав продуктов термического крекинга для парафиновых, нафтеновых нефтей и нефтей промежуточного типа.
9. Процессы термической переработки нефти. Механизм термической деструкции углеводородов. Напишите реакции термического крекинга н-бутана. Поясните, какими способами можно влиять на состав продуктов термических процессов.
10. Процессы термической переработки нефти. Термический крекинг. Пиролиз углеводородов. Коксование нефтяного сырья. Что общего и чем отличаются эти процессы?
11. Производство олефинов. Крекинг этана и пропана. Особенности осуществления. Состав продуктов.
12. Каталитический риформинг. Катализаторы каталитического риформинга. Особенности термокаталитических реакций при каталитическом риформинге. Цель введения водорода в реакционную зону.
13. Ароматические углеводороды как продукты каталитического риформинга. Риформат – один из компонентов компаундированного бензина.
14. В чем различие механизмов термических и термокаталитических процессов? Как по составу отличаются продукты термического и каталитического крекинга?
15. Термокаталитические процессы. Алкилирование. Сырье. Катализаторы. Механизм. Назначение. С- алкилирование. Алкилат как один из компонентов компаундированного бензина. О- алкилирование. Метил-трет-бутиловый эфир как один из компонентов компаундированного бензина.

16. Термокаталитические процессы. Изомеризация. Сырье. Катализаторы. Механизм. Назначение.
17. Гидрогенизационные процессы. Катализаторы гидрокрекинга и гидроочистки. Суть процесса Клауса.
18. Как дополняют друг друга гидрокрекинг и каталитический крекинг? Риформинг и гидрокрекинг?
19. Окисление углеводородов. Получение синтез-газа. Синтезы на основе оксида углерода и водорода. Производство высших углеводородов и спиртов.
20. Расчет основного оборудования нефтеперерабатывающих заводов. Химические реакторы. Материальный баланс химического реактора. Понятие степени превращения и селективности реагента. Методика расчета. Необходимые исходные данные. Тепловой баланс реактора. Основное уравнение теплового баланса.

### Рейтинг-контроль № 3:

1. Классификация нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов. Бензины. Дизельное топливо. Остаточное топливо.
2. Бензины. Эксплуатационные свойства. Давление паров по Рейду. Компаундирование в соответствии с давлением паров.
3. Бензины. Эксплуатационные свойства. Детонационная стойкость. Получение заданного октанового числа смеси.
4. Дайте сравнительную характеристику применяемых в нефтеперерабатывающей промышленности способов увеличения октанового числа бензина.
5. Компаундирование бензина. Охарактеризуйте основные возможности и проблемы процесса оптимизации состава бензина.
6. Нефтяные минеральные масла на дистиллятной и компаундированной основе.
7. Парафины и церезины.
8. Нефтяные битумы. Получение. Свойства.
10. Основные методики экспертного исследования нефти и нефтепродуктов.

### 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

#### Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации (зачета):

1. Теории происхождения нефти.
2. Какие физико-химические свойства нефти используют при ее химической и технологической характеристике? В чем суть метода анализа нефти  $n - p - M$ ?
3. Основные этапы подготовки нефти к переработке.
4. Начертите кривую разгонки для сырой нефти следующего состава:

	Объемные %
Менее 45°C	5,1
45 - 105°C	9,2
105 - 125°C	4,0
125 - 155°C	5,7
155 - 200°C	9,3
200 - 230°C	5,4
230 - 260°C	5,8
260 - 290°C	4,7
290 - 345°C	10,8
345 - 400°C	8,6
400 - 480°C	13,5
480 - 540°C	5,9
более 540°C	12,0



5. Охарактеризуйте групповой и элементный состав нефти. Что понимают под гетероатомными соединениями нефти? Объясните их распределение по фракциям нефти. Охарактеризуйте основные недостатки присутствия гетероатомных соединений во фракциях нефти.
6. Физико-химические методы разделения компонентов нефти и газа: атмосферная перегонка; перегонка при пониженном давлении; сверхкритическая жидкостная фракционная экстракция; азеотропная и экстрактивная перегонка; кристаллизация; экстракция; термическая диффузия; хроматографические методы. Фронтальный, проявительный, вытеснительный анализ.
7. Физико-химические методы идентификации и количественного определения компонентов нефти и газа: хроматографические и спектральные методы.
8. Физико-химическая идентификация углеводородов нефти и газа. Основные физико-химические константы углеводородов: плотность; показатель преломления; удельная и молекулярная рефракция; интерцепт рефракции; рефракционная, удельная и относительная дисперсия; дисперсиометрический коэффициент.
9. Физико-химические свойства нефти. Характеризующий фактор. Что можно сказать о групповом составе нефтепродуктов на основании анализа на основании значений этого фактора.
10. Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа: масс-спектрометрия, ЯМР  $^{13}\text{C}$ , ПМР, ЭПР, нейтронно-активационный анализ, элементный анализ с использованием ААС и ЭСА.
11. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Алканы: физические и химические свойства, используемые в химии нефти. Выделение, количественное определение, идентификация.
12. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Нафтены: физические и химические свойства (комплексообразование, дегидрирование, циклизация, равновесная структурная и селективная изомеризация), используемые в химии нефти. Выделение, количественное определение, идентификация.
13. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Ароматические углеводороды: физические и химические свойства (комплексообразование, сульфирование, гидрирование, конденсация с малеиновым ангидридом и формальдегидом, пербромирование), используемые в химии нефти. Выделение, количественное определение, идентификация.
14. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Непредельные углеводороды: физические и химические свойства (гидрирование, галогенирование, озонирование, присоединение серной кислоты и ацетатов ртути), используемые в химии нефти.
15. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Непредельные углеводороды: выделение, количественное определение, идентификация. Выделение, количественное определение, идентификация.
16. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Кислородные соединения. Выделение, количественное определение и идентификация.
17. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Нефтяные кислоты. Выделение, количественное определение и идентификация.
18. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Сернистые соединения. Меркаптаны. Сульфиды. Дисульфиды. Тиофаны. Тиофены. Выделение, количественное определение и идентификация.
19. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Азотистые соединения. Азотистые основания и нейтральные азотистые соединения. Выделение, количественное определение и идентификация.
20. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Смолисто-асфальтеновые вещества. Асфальтогеновые кислоты. Нейтральные смолы. Асфальтены. Выделение, количественное определение и идентификация.
21. Основные этапы подготовки нефти к переработке.
22. Фракционный состав нефти. Методы его определения.



- Первичная переработка нефти. Принципиальная схема перегонки нефти с однократным и двукратным испарением. Ректификация.
23. Термические процессы переработки нефти. Особенности протекания термических процессов для разных классов углеводородов. Проанализируйте состав продуктов термического крекинга для парафиновых, нафтеновых нефтей и нефтей промежуточного типа.
  24. Процессы термической переработки нефти. Механизм термической деструкции углеводородов. Напишите реакции термического крекинга н-бутана. Поясните, какими способами можно влиять на состав продуктов термических процессов.
  25. Процессы термической переработки нефти. Термический крекинг. Пиролиз углеводородов. Коксование нефтяного сырья. Что общего и чем отличаются эти процессы?
  26. В чем различие механизмов термических и термокаталитических процессов? Как по составу отличаются продукты термического и каталитического крекинга?
  27. Термокаталитические процессы. Назначение. Классификация. Особенности проведения. Роль катализаторов.
  28. Термокаталитические процессы. Алкилирование. Сырье. Катализаторы. Механизм. Назначение. Метил-трет-бутиловый эфир как один из компонентов компаундированного бензина.
  29. Термокаталитические процессы. Изамеризация. Сырье. Катализаторы. Механизм. Назначение.
  30. Гидрогенизационные процессы. Катализаторы гидрокрекинга и гидроочистки. Суть процесса Клауса.
  31. Проанализируйте различия между гидрокрекингом, каталитическим и термическим крекингом с точки зрения сырья, движущей силы процесса и группового состава продуктов.
  32. Основные продукты гидроочистки нефтяных фракций. Элементарная сера. Предложите принципиальную схему установки гидроочистки.
  33. Как дополняют друг друга гидрокрекинг и каталитический крекинг? Риформинг и гидрокрекинг?
  34. Каталитический риформинг. Катализаторы каталитического риформинга. Особенности термокаталитических реакций при каталитическом риформинге. Цель введения водорода в реакционную зону.
  35. Ароматические углеводороды как продукты каталитического риформинга. Риформат – один из компонентов компаундированного бензина.
  36. Основываясь на данных по групповому составу бензинов, обоснуйте способы их возможного получения:

	Непредельные углеводороды, % масс.	Ароматические углеводороды, % масс.	Нафтеновые углеводороды, % масс.	Парафиновые углеводороды, % масс.
Бензин №1	0	4	53	43
Бензин №2	30	15	25	30

37. Охарактеризуйте (схематично) состав бензина (углеводородный, элементный), полученного на установках перегонки нефти, каталитического, термокаталитического и гидрокрекинга (ответ обоснуйте).
38. Синтезы на основе оксида углерода и водорода. Производство высших углеводородов. Синтез спиртов. Процесс Фишера – Тропша и его значение для получения синтетических жидких топлив.
39. Основные процессы нефтехимического синтеза. Получение олефинов.
40. Состав. Методы получения и эксплуатационные свойства ДТ.
41. Бензины. Эксплуатационные свойства. Давление паров по Рейду. Компаундирование в соответствии с давлением паров. Детонационная стойкость. Получение заданного октанового числа смеси.



42. Бензины и ДТ. Зависимость детонационной стойкости и способности к самовоспламенению от группового состава углеводородного компонента топлива. Дайте сравнительную характеристику применяемых в нефтеперерабатывающей промышленности способов увеличения октанового числа бензина.
43. Компаундирование бензина. Охарактеризуйте основные возможности и проблемы процесса оптимизации состава бензина.
44. Нефтяные битумы. Получение. Свойства.
45. Пек. Получение. Свойства. Применение.
46. Кокс. Классификация. Состав. Свойства.
47. Получение нефтяных минеральных масел на дистилятной и остаточной основе.
48. Парафины и церезины. Сравнительная характеристика.
49. Синтез олефинов. Этилен и пропилен.
50. Бензол. Толуол и ксилолы.
51. Кумол и фенол.
52. Дихлорэтан и винилхлорид.
53. Этилбензол и стирол.
54. Метанол и синтез-газ. Спирты, в т.ч. высшие.
55. Формальдегид и ацетальдегид.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося

#### Вопросы для проведения контроля самостоятельной работы:

1. Первичная переработка нефти. Установки АТ, ВТ и АВТ.
2. Процессы термической переработки нефти. Термический крекинг. Пиролиз углеводородов. Коксование нефтяного сырья. Что общего и чем отличаются эти процессы?
3. В чем различие механизмов термических и термокаталитических процессов? Как по составу отличаются продукты термического и каталитического крекинга?
4. Как дополняют друг друга гидрокрекинг и каталитический крекинг? Риформинг и гидрокрекинг?
5. Гидрогенизационные процессы. Катализаторы гидрокрекинга и гидроочистки. Суть процесса Клауса.
6. Окисление углеводородов. Получение синтез-газа.
7. Процесс Фишера – Тропша и его значение для получения синтетических жидких топлив.
8. Производство олефинов. Крекинг этана и пропана. Особенности осуществления. Состав продуктов.
9. Пек. Получение. Свойства. Применение.
10. Кокс. Классификация. Состав. Свойства.
11. Получение нефтяных минеральных масел на дистилятной и остаточной основе.
12. Мембранные реакторы в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Мембранные материалы для химических реакторов. Схемы соединения мембрана – химический реактор. Основные виды мембранных реакторов. Области применения мембранных реакторов.
13. Основные методики экспертного исследования нефти и нефтепродуктов.

Контрольные вопросы п.5.3. включены в перечень вопросов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонд оценочных материалов для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Наличие в электронном каталоге ЭБС	
<b>Основная литература</b>			
Потехин В. М., Потехин В. В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. С.-П.: ХИМИЗДАТ.	2017	<a href="https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785938082878.html">https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785938082878.html</a>	
Мерчева В.С., Серебряков А.О., Серебряков О.И. Химия горючих ископаемых. М: ИНФРА-М.	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=355903">https://znanium.com/catalog/document?id=355903</a>	
Дияров И.Н., Хамидуллин Р.Ф., Солодова Н.Л. Химия нефти: руководство к практическим и лабораторным занятиям. Казань: КНИТУ.	2013	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214306.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214306.html</a>	
Борисов А. В. Лабораторный практикум по химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Иваново: Ивановский ГХТУ.	2017	<a href="https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ghu_006.html">https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ghu_006.html</a>	
Смирнова Н.Н. Лабораторный практикум по дисциплине «Химическая и экологическая экспертиза» в 2 ч., ч.1. Владимир: ВлГУ.	2007	75 печ.экз.в библиотеке ВлГУ	
<b>Дополнительная литература</b>			
Ковалева М. А., Шрам В. Г. Органическая химия топлив. Красноярск: СФУ	2016	<a href="https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785763834185.html">https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785763834185.html</a>	
Ахмедьянова В.А., Рахматуллина А.П., Романова Н.В. Технология нефтехимического синтеза. Казань: КНИТУ.	2013	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214948.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214948.html</a>	
Солодова Н.Л., Халинова Д.А. Химия и технология переработки нефти и газа. Казань: КНИТУ.	2012	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788217550.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788217550.html</a>	

### 6.2. Периодические издания

Журналы:

«Успехи химии»

«Химия и химическая технология»

### 6.3. Интернет-ресурсы.

1. <http://www.scirus.com/>
2. <http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/fulltext.htm>



3. <http://www.anchem.ru/literature/>
4. <http://www.sciencedirect.com>
5. <http://chemteq.ru/lib/book>
6. <http://www.chem.msu.su/rus>
7. <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
8. <http://www.elsevier.com/>
9. <http://www.uspkhim.ru/>
10. <http://www.strf.ru/database.aspx>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в лаборатории кафедры химии ВлГУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ д.х.н. профессор кафедры химии  
Смирнова Н.Н.

Рецензент  
\_\_\_\_\_ к.х.н. вед.н.с. лаборатории химического анализа ФГБУ «Федеральный центр  
охраны здоровья животных» Большаков Д.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /Кухтин Б.А./

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направ-  
ления 04.03.01 Химия.

Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года


Председатель комиссии \_\_\_\_\_ /Кухтин Б.А./

(ФИО, подпись)



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Рабочую программу составил  д.х.н. профессор кафедры химии  
Смирнова Н.Н.

Рецензент  к.х.н. вед.н.с. лаборатории химического анализа ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» Большаков Д.С.


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 10 от 25.06. 2021 года

Заведующий кафедрой  /Кухтин Б.А./

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 04.03.01 Химия.

Протокол № 10 от 25.06 2021 года

Председатель комиссии  /Кухтин Б.А./

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



