

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Химический факультет**

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«16» июня 2021 г. № 8

**Рабочая программа дисциплины  
Химия нефти**

---

Уровень высшего образования  
**бакалавриат**

---

Направление подготовки / специальность  
**04.03.01 «Химия»**

---

Направленность образовательной программы  
**Химия и материаловедение**

---

Форма обучения  
**очная, очно-заочная**

---

Нижегород

2021 год

## Лист актуализации

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

04 ИЮНЯ 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Химия нефти относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (Б1.В.03), является обязательной для освоения студентами очной формы обучения на 3-м году обучения в 6-м семестре и для очно-заочной формы обучения на 4-м году обучения в 7-м семестре.

Курс химии нефти тесно связан с отдельными главами дисциплин «Физика», «Неорганическая химия», «Органическая химия» и «Физическая химия». Он способствует формированию целостной картины восприятия всего блока органических дисциплин, изучаемых студентами химического факультета, и дает необходимые представления о путях практического применения углеводов и их производных, а также минеральных компонентов нефти.

Целями освоения дисциплины «Химия нефти» является формирование отчетливого представления о химическом составе нефти и основных нефтепродуктов, их свойствах и эксплуатационных характеристиках, путях и методах переработки нефтяного сырья, в том числе о термических и каталитических процессах нефтепереработки, а также основах нефтехимического синтеза.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижений выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<b>ОПК-1</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	<b>ОПК-1.3</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	<i>Владеть</i> теоретическими знаниями в области химии процессов переработки углеводов нефти и их производных <i>Уметь</i> правильно представлять в виде химических формул процессы и реакции, которые происходят с углеводородами нефти в процессах нефтепереработки <i>Знать</i> основные закономерности протекания химических реакций и процессов с участием углеводов нефти и их производных	Устный опрос, контрольная работа, экзамен
<b>ОПК-2</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	<b>ОПК-2.3</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	<i>Владеть</i> знаниями в области нефтехимического синтеза и анализа углеводов и их функциональных производных <i>Уметь</i> анализировать органические и неорганические соединения, присутствующие в нефтях и нефтепродуктах <i>Знать</i> химический состав, основные свойства и характеристики нефтей и нефтепродуктов, а также экспериментальные методы их анализа	Устный опрос, контрольная работа, экзамен

<b>ОПК-6</b> Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	<b>ОПК-6.1</b> Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	<i>Владеть</i> навыками профессиональной устной речи при описании полученных экспериментальных результатов в области химии нефти <i>Уметь</i> четко формулировать результаты исследований (лабораторных работ) в области нефтехимии и излагать их <i>Знать</i> правила оформления отчетов по результатам экспериментальных исследований, включая список литературных источников, использованных при подготовке к лабораторным работам и их выполнении	Устный опрос, отчеты по лабораторным работам, зачет
---	--	---	---

Окончательное завершение формирования компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины, происходит при прохождении производственных практик и выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

Трудоемкость дисциплины	очная форма обучения (оч.)	очно-заочная форма обучения (о-з)
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>5 ЗЕТ</b>	<b>5 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>в том числе</b>		
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>		
- занятия лекционного типа;	32	32
- занятия лабораторного типа;	64	32
- контроль самостоятельной работы	3	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>45</b>	<b>78</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>	<b>36</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)		в том числе									
			контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы								Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			из них									
	Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Контроль самостоятельной работы	Всего	оч	о-з	оч	о-з	оч	о-з	оч	о-з
Раздел 1. Предмет химии нефти как научной дисциплины. Понятие о нефти, способы добычи и подготовки к переработке	9	11	2	2			1	1	3	3	6	8
Раздел 2. Первичная переработка нефти.	10	12	2	2	4	4	1		7	6	3	6

Способы переработки нефти: по топливному, по масляному и по нефтехимическому вариантам.												
Раздел 3. Химический состав нефти и нефтяных фракций. Физические свойства и основные характеристики нефти и нефтепродуктов.	14	10	3	3	8	4			11	7	3	3
Раздел 4. <b>Методы вторичной переработки нефти.</b> Классификация. Термические методы: крекинг, висбрекинг, коксование, пиролиз.	18	18	4	4	8	4			12	8	6	10
Раздел 5. <b>Методы вторичной переработки нефти.</b> Термокаталитические методы: каталитический крекинг, риформинг, изомеризация, алкилирование.	18	18	4	4	8	4			12	8	6	10
Раздел 6. <b>Методы вторичной переработки нефти.</b> Водород как ценное сырье нефтепереработки. Гидрогенизационные методы: гидроочистка, гидродепарафинизация, гидрообессеривание, гидрокрекинг.	13	13	2	2	8	4			10	6	3	7
Раздел 7. Основные нефтепродукты, их классификация, свойства и характеристики.	13	13	2	2	8	4			10	6	3	7
Раздел 8. Основы нефтехимического синтеза. Синтезы на основе оксида углерода (II) и водорода. Метод получения синтетического бензина (реакция Фишера-Тропша) и метанола.	10	10	3	3	4				7	3	3	7
Раздел 9. Альтернативные топлива и источники энергии	9	9	2	2			1	1	3	3	6	6
Раздел 10. Способы получения уксусной кислоты и других функциональных производных углеводов из продуктов нефтехимического синтеза. Оксосинтез.	15	15	4	4	8	4			12	8	3	7
Раздел 11. Синтезы на основе этилена,	15	17	4	4	8	4			12	8	3	7

пропилена, бензола, толуола и других углеводородов													
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>	<b>36</b>											
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>99</b>	<b>66</b>	<b>45</b>	<b>78</b>	

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках лабораторных занятий. Промежуточный контроль осуществляется при проведении экзамена.

### 3.2.1. Детализированное содержание основных разделов дисциплины

#### Раздел 1. Предмет нефтехимии как научной дисциплины.

Мировые запасы нефти и природного газа как основных источников углеводородного сырья. Представления о происхождении нефти. Методы добычи нефти. Роль нефти в топливно-энергетическом балансе России.

Нефть и российская экономика. Основные российские и зарубежные нефтяные и нефтеперерабатывающие компании. Современное состояние нефтяной отрасли России.

Классификация нефти по ГОСТ, технологическая классификация. Комплексная переработка нефти. Вертикально-интегрированные компании.

Способы добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов.

Основные физические и эксплуатационные характеристики нефтепродуктов.

*Плотность*, методы ее определения, зависимость от температуры, фракционного и химического состава. *Вязкость*, взаимосвязь между условной и кинематической вязкостью, зависимость от температуры. *Температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения*, зависимость от фракционного и химического состава. *Температуры застывания, помутнения и начала кристаллизации* как важнейшие низкотемпературные характеристики нефти и нефтепродуктов. *Термоокислительная стабильность*. Окисление углеводородов в двигателях внутреннего сгорания. Детонация и современные представления о ее природе. Детонационная стойкость топлив. Октановые числа и методы их определения. Антидетонаторы и механизм их влияния.

Раздел 2. Первичная переработка нефти. Ректификация нефти. Индивидуальный состав фракций нефти и методы его исследования.

Раздел 3. Химический состав нефти. Основные классы соединений, входящих в состав нефти.

*Газообразные алканы* и их источники (природные и попутные газы, газы нефтяной и углехимической промышленности). Способы разделения и очистки на компоненты.

*Жидкие и твердые алканы*, их выделение из фракций первичной перегонки нефти. Парафины C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub>: способы выделения, роль в современной нефтехимии.

*Циклоалканы*, входящие в состав нефти. Моно- и бициклические углеводороды. Мостиковые углеводороды. Адамантан.

*Ароматические* моно- и полиядерные углеводороды нефти. Методы выделения из тяжелых фракций. Селективная очистка масляных фракций.

*Гетероатомные* серо-, азот- и кислородсодержащие соединения нефти. Методы выделения и перспективы использования гетероатомных соединений нефти.

*Кислородсодержащие соединения нефти*. Нафтеновые кислоты и фенолы. Использование солей нафтеновых кислот. Асидол, мылонафт.

*Серосодержащие соединения*, входящие в состав нефти. Классификация нефти по содержанию серы и типу серосодержащих органических соединений. Гидроочистка нефтяного сырья, методы обессеривания нефтяных фракций. Катализаторы этих процессов и механизм их действия. Выделение органических соединений серы из нефти. Использование указанных соединений в промышленности.

*Смолисто-асфальтены* как высокомолекулярные соединения нефти с гетероатомами. Содержание в нефтях. Методы деасфальтизации.

*Минеральные компоненты нефти, их характеристика, методы выделения и перспективы практического использования.*

**Раздел 4. Методы вторичной переработки нефти.** Термические процессы: пиролиз, термический крекинг, висбрекинг и коксование.

*Пиролиз* на этилен как наиболее радикальный способ переработки нефтяного сырья. Сырье пиролиза. Пропилен, бутилен, дивинил, циклопентадиен и другие непредельные углеводороды как продукты пиролиза, пути переработки. Возрастающая роль пиролиза в производстве ароматических углеводородов.

*Термический крекинг.* Радикальный механизм превращений углеводородов при высокой температуре. Химические превращения углеводородов различного строения в условиях пиролиза. Механизм образования диенов и аренов в условиях пиролиза. Расширение сырьевой базы пиролиза.

**Раздел 5. Термокаталитические процессы:** каталитический крекинг, каталитический риформинг, каталитическая изомеризация, алкилирование. *Каталитический крекинг*, его основные продукты. Катализаторы крекинга. Карбоний-ионный механизм реакции каталитического крекинга. Поведение углеводородов различных классов в условиях каталитического крекинга. Преимущества каталитического крекинга перед термическим. *Каталитический риформинг*, его значение в производстве ароматических углеводородов. Реакции риформинга: дегидрирование, изомеризация, дегидроциклизация. Дегидроконденсация. Бифункциональные катализаторы.

*Изомеризация* углеводородов на примере бутана, пентана, пяти- и шестичленных циклоалканов. Катализаторы и механизм реакций.

*Алкилирование* алканов и циклоалканов олефинами. Термическое алкилирование и его механизм. Каталитическое алкилирование в присутствии протонных и апротонных кислот, цеолитов. Синтез высокооктановых компонентов топлив (изооктана, неогексана, триптана).

**Раздел 6. Водород как ценный компонент нефтепереработки.** Гидрогенизационные методы в нефтехимии: гидроочистка, гидропепарафинизация, обессеривание и гидрокрекинг.

**Раздел 7. Нефтепродукты,** классификация. Производство автобензинов. Сортность топлив. Получение реактивных и дизельных топлив. Цетановые числа. Присадки к дизельным топливам. Экологические требования к составу топлив. Смазочные масла, производство. Типы смазочных масел. Консистентные смазки. Применение. Выделение парафинов и церезинов, применение. Другие нефтепродукты: нефтяные растворители, битумы, сажа, кокс.

**Раздел 8. Основы нефтехимического синтеза.** Нефть и природный газ – сырьевая база для нефтехимического и основного органического синтеза. Схемы глубокой переработки нефти по нефтехимическому варианту.

Синтезы на основе СО. Синтез-газ, способы его получения в промышленности. Реакция Фишера-Тропша как метод получения синтетических бензинов, дизельных топлив и масел. Условия синтеза. Синтез метанола из оксида углерода (II) и водорода, условия процесса.

**Раздел 9. Альтернативные топлива и источники энергии.** Биотоплива: основные характеристики и перспективы применения. Нефтехимия и экология.

**Раздел 10.** Оксосинтез, назначение и практическое использование. Механизм реакции с использованием октакарбонила кобальта как катализатора. Синтезы на основе метанола: в формальдегид, в метиловые эфиры, в метилтрет.бутиловый эфир. Основные способы получения уксусной кислоты в промышленности: окисление попутных нефтяных газов, этилена (Вакер-процесс), из метанола (процесс Монсанто). Механизм синтеза уксусной кислоты из метанола в присутствии комплексов родия. Синтезы на основе уксусной кислоты.

## Раздел 11. Алкены как основное сырье нефтехимического синтеза.

*Газообразные алкены:* методы выделения и тонкой очистки. Пути использования этилена, пропилена, бутадиена и изобутилена.

*Алкены с большим молекулярным весом.* Их значение как сырье в получении синтетических ПАВ. Методы получения: дегидрирование алканов, димеризация и олигомеризация низших олефинов. Катализаторы Циглера, комплексные катализаторы. Синтезы на основе изобутилена: получение метилтрет.бутилового эфира, диизобутилена.

*Реакции окисления алкенов.* Каталитическое окисление алкенов кислородом. Гомогенные и гетерогенные катализаторы, механизм процессов с их участием. Эпоксидирование алкенов гидропероксидами, перкислотами и пероксидом водорода. Сопряженное окисление. Методы окисления этилена: в ацетальдегид (Вакер-процесс) и уксусную кислоту, в оксид этилена.

Методы окисления пропилена: получение акрилонитрила окислительным аммонолизом, оксида пропилена, акролеина, применение продуктов.

Получение метакриловой кислоты из изобутилена. Эфиры акриловой и метакриловой кислот. Получение малеинового ангидрида окислением бутена-2.

Синтез бутиловых спиртов. Синтез высших спиртов (процесс Циглера).

### Диеновые углеводороды.

*Бутадиен-1,3 (дивинил).* Выделение из продуктов переработки нефти. Циклодимеризация и циклоолигомеризация дивинила. Пути использования олигомеров. Синтезы на базе бутадиена.

*Изопрен.* Ресурсы. Промышленные способы получения из пропилена, изобутилена и 2-метилбутана. Высшие диеновые углеводороды: синтез и применение.

### Ароматические углеводороды, природные ресурсы и способы выделения из нефти.

*Бензол* и основные пути его использования. Способы увеличения ресурсов бензола: термическое и каталитическое деалкилирование его гомологов (толуола и др.). Механизм реакции и катализаторы для ее проведения. Синтезы на основе циклогексана.

*Толуол* – высокооктановая добавка к топливу и сырье для органического синтеза.

*Ксилолы.* Ресурсы и пути их увеличения. Изомеризация и разделение изомеров. Окисление ксилолов, катализаторы, механизм их действия. Фталевые кислоты и их значение в производстве волокон, смол, пластификаторов.

*Полиметилбензолы,* выделение из фракции пиролиза  $C_9$ , окисление. Синтез термостойких полиэфирных волокон.

*Полиядерные ароматические углеводороды.* Состав и пути переработки нафталиновой фракции.

*Алкилирование ароматических углеводородов* с использованием алкенов. Катализаторы и механизм. Синтез этилбензола и кумола. Изомеризация углеводородов в условиях алкилирования. Применение реакции алкилирования в промышленности.

### Алканы и циклоалканы, химические превращения с их участием.

*Реакции окисления алканов.* Каталитическое и некаталитическое окисление. Цепной механизм окисления. Катализаторы окисления и механизм их действия, жидкофазные и парофазные окислители.

Важнейшие промышленные процессы окисления алканов: получение формальдегида и метилового спирта из метана; уксусной кислоты из этана и бутана; метилэтилкетона, высших жирных спиртов и кислот.

## **3.2.2. Лабораторный практикум**

1. Определение фракционного состава нефтей и нефтепродуктов путем прямой перегонки и ректификации (разделы 1, 2).
2. Очистка нефтепродуктов от ароматических углеводородов методом адсорбции (раздел 3).
3. Определение фракционного состава топлив (разделы 2, 7).



4. Определение плотности, кинематической вязкости и показателя преломления нефтепродуктов (разделы 3, 7).
5. Определение содержания воды в нефтях и нефтепродуктах (разделы 3, 7).
6. Определение температуры вспышки и воспламенения нефтепродуктов (разделы 7, 9).
7. Определение «анилиновой точки» нефтепродуктов (раздел 11).
8. Определение низкотемпературных свойств нефтепродуктов (раздел 7).

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к собеседованию и контрольным работам.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Еженедельный устный опрос с оценкой;
- Контрольные работы;
- Коллоквиум по темам разделов 1-5
- Сдача теоретического допуска к лабораторной работе и проверка написания отчетов по темам лабораторных занятий

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **письменного экзамена**.

К экзамену в 6-ом семестре очной формы обучения и 7-ом семестре очно-заочной формы обучения допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы в соответствии с планом и представившие отчеты по ним.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, превышающем программные подготовки
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продemonстрированы основные умения. Решены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все	Продemonстрированы все основные умения. Решены все	Продemonстрированы все основные умения, решены все	Продemonстрированы все основные умения, решены все

	наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	основные умения. Имели место грубые ошибки	типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме	основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы творческий подход к решению нестандартных задач

При изучении дисциплины «Химия нефти» студенты получают следующие знания, умения и владения в рамках освоения компетенций **ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6:**

**ОПК-1.3.** Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;

**ОПК-2.3.** Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе;

**ОПК-6.1.** Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен в 6-м семестре для очной формы обучения и в 7-ом семестре для очно-заочной формы проводится в письменной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса, решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. В ходе собеседования рассматриваются ошибки, допущенные студентом при ответах на вопросы экзаменационного билета.

#### **Шкала оценки при промежуточной аттестации на письменном экзамене**

<b>Оценка</b>		<b>Уровень подготовки</b>
	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»

зачтено	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Самостоятельная работа обучающегося заключается в подготовке студента к выполнению лабораторных работ, а также включает работу с рекомендуемой литературой по темам семинарских занятий с использованием Internet-ресурсов, подготовку к сдаче экзамена по контрольным вопросам. Средствами для текущего контроля успеваемости являются сдача допусков к лабораторным работам, коллоквиум и отчеты по лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам представляют собой документ о работе студента в течение семестра. Наличие отчетов, прочитанных и подписанных преподавателем, ведущим лабораторные занятия, является необходимым условием допуска к сдаче экзамена по дисциплине. Отчеты являются одним из эффективных методов изучения материала, поскольку в процессе его написания студент детально и вдумчиво анализирует теоретический и практический материал, связанный с работой, формулирует выводы о результатах проведенного эксперимента, что способствует лучшему усвоению материала, а также развивает у студентов внимание и наблюдательность.

По итогам изучения дисциплины предусмотрен зачет и экзамен в качестве средства аттестации студентов.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Еженедельный устный опрос с оценкой;
- Контрольные работы;
- Коллоквиум по темам разделов 1-5
- Сдача теоретического допуска к лабораторной работе и проверка написания отчетов по темам лабораторных занятий

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **письменного экзамена**.

Оформление результатов лабораторных работ проводится в виде отчетов.

**Требования к оформлению отчета. Отчет должен содержать:**

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткое теоретическое введение, включая уравнения химических реакций, характеризующие свойства изучаемых органических соединений, которым посвящена лабораторная работа;
- 4) экспериментальную часть;
- 5) выводы и список использованной при выполнении задания литературы.

Отчет должен быть оформлен аккуратно и представляется на следующее после выполнения работы занятие.

#### **Критерии оценки отчета**

Отчет зачтен	Содержание и оформление отчета полностью соответствует
--------------	--

	требованиям, указанным выше требованиям
Отчет не зачтен	Не выполнен хотя бы один пункт из требований, предъявляемых к оформлению отчета

## 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 6.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Какие продукты относятся к продуктам первичной переработки нефти?	ОПК-1
2. Рассмотрите классификацию нефти по содержанию серы	ОПК-1
3. Химическая классификация нефтей	ОПК-1
4. Плотность нефтепродуктов. Методы их определения и зависимость от температуры	ОПК-2
5. Вязкостные характеристики нефти. Условная и кинематическая вязкость	ОПК-2
6. Температуры вспышки, воспламенение и самовоспламенения нефтепродуктов	ОПК-2
7. Низкотемпературные свойства нефтепродуктов: температура застывания, помутнения и начала кристаллизации	ОПК-2
8. Классификация нефтепродуктов	ОПК-2
9. Детонационная стойкость бензинов, ее зависимость от строения углеводородов. Октановое число, октановый индекс моторных топлив, «чувствительность» топлива	ОПК-6
10. Типы дизельных топлив. Цетановое число	ОПК-1
11. Классификация нефтяных масел и смазок	ОПК-1
12. Какие нефтепродукты относятся к битумам? Типы битумов	ОПК-1
13. Химический состав нефти. Какие классы углеводородов входят в состав нефти?	ОПК-1
14. Рассмотрите газообразные, жидкие и твердые алканы, входящие в состав нефти	ОПК-6
15. Нафтены и ароматические углеводороды, входящие в состав нефти	ОПК-6
16. Охарактеризуйте кислородсодержащие соединения, входящие в состав нефти	ОПК-6
17. Охарактеризуйте серосодержащие соединения, входящие в состав нефти. Методы очистки нефти от серы и серосодержащих продуктов	ОПК-6
18. Азотсодержащие соединения, входящие в состав нефти	ОПК-6
19. Классификация смолисто-асфальтеновых веществ, входящих в состав нефти. Деасфальтизация мазутов и гудронов.	ОПК-6
20. Методы вторичной переработки нефти, назначение и перспективы вторичной переработки.	ОПК-2
21. Особенности термического крекинга алканов, нафтен и ароматических углеводородов	ОПК-2
22. Пиролиз, коксование, висбрекинг, характеристика и назначение процессов.	ОПК-2
23. Основные процессы каталитической переработки нефти	ОПК-2
24. Основные стадии (этапы) гетерогенного катализа и типы катализаторов переработки нефти	ОПК-2
25. Каталитические яды и методы борьбы с ними	ОПК-6
26. Особенности каталитического крекинга алканов, нафтен и	ОПК-2

<p>ароматических углеводородов</p> <p>27. Каталитический риформинг. Основные катализаторы и продукты указанного процесса</p> <p>28. Гидрокрекинг и его особенности</p> <p>29. Типы катализаторов изомеризации, используемых в условиях промышленной переработки нефти. Схема реакции изомеризации алканов в присутствии бифункциональных катализаторов</p> <p>30. Алкилирование изобутана бутенами, характеристика и назначение процессов.</p> <p>31. Приведите общую схему реакции Фишера-Тропша. Основные способы получения синтез-газа в промышленности</p> <p>32. Рассмотрите синтез бутаналя по реакции гидроформилирования</p> <p>33. Рассмотрите реакцию гидроформилирования с использованием октакарбонила кобальта как катализатора</p> <p>34. Приведите схему Вакер-процесса</p> <p>35. Рассмотрите синтезы уксусной кислоты и метил-трет.бутилового эфира на основе метанола</p> <p>36. Приведите наиболее промышленно значимые процессы окисления этилена и пропилена. Укажите условия их протекания</p> <p>37. Рассмотрите схемы синтезов на основе этилена</p> <p>38. Рассмотрите схемы синтезов на основе пропилена</p> <p>39. Приведите схемы синтезов на основе бензола</p> <p>40. Приведите схемы синтезов на основе метанола</p> <p>41. Роль нефти и нефтедобычи в российской экономике</p> <p>42. Основные проблемы нефтехимической отрасли России и перспективы развития нефтехимии</p>	<p>ОПК-2</p> <p>ОПК-2</p> <p>ОПК-2</p> <p>ОПК-1</p> <p>ОПК-1</p> <p>ОПК-1</p> <p>ОПК-1</p> <p>ОПК-2</p> <p>ОПК-2</p> <p>ОПК-2</p> <p>ОПК-2</p> <p>ОПК-2</p> <p>ОПК-2</p> <p>ОПК-2</p>
<p><i>Темы лабораторных и семинарских занятий (допусков к лабораторным работам, а также контрольные вопросы к ним, характеризующих формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6):</i></p> <p><b>Работа №1</b> «Определение фракционного состава нефти и нефтепродуктов путем прямой перегонки и ректификации»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные фракции при первичной переработке нефти</li> <li>2. Рассмотрите строение и принцип действия ректификационной колонны</li> <li>3. Как изменяется показатель преломления нефтепродуктов от первой до последней фракции?</li> <li>4. Способы отбора проб при ректификации. Как меняется температура по высоте колонны? Какую температуру (минимальную или максимальную) показывает термометр сверху ректификационной колонны?</li> <li>5. Установка для прямой перегонки, составные части.</li> </ol> <p><b>Работа №2</b> «Очистка нефтепродуктов от ароматических углеводородов адсорбцией на адсорбционной колонке»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классы углеводородов, входящих в состав нефти.</li> <li>2. Какие ароматические углеводороды входят в состав нефти?</li> <li>3. Способы получения и выделения ароматических соединений в нефтехимии. Области использования данных углеводородов.</li> <li>4. Основы колоночной хроматографии. Полярные и неполярные сорбенты.</li> <li>5. Принцип отделения ароматических углеводородов с помощью хроматографии. Два типа элюирования.</li> </ol>	<p>ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6</p> <p>ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6</p>

<p><b>Работа №3</b> «Определение плотности, кинематической вязкости и показателя преломления нефтепродуктов»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация нефтей по плотности</li> <li>2. Физические свойства нефтепродуктов.</li> <li>3. Плотность как относительная характеристика химического состава нефтепродуктов. Правила пересчета плотности, температурные поправки. Способы определения плотности.</li> <li>4. Динамическая, кинематическая, условная вязкость, их определение. Расчетные формулы.</li> <li>5. Способы определения кинематической вязкости.</li> <li>6. Как зависит кинематическая вязкость нефтепродуктов от температуры, широты местности и ее высоты над уровнем моря?</li> <li>7. Вязкостно-температурные свойства масел. Индекс вязкости.</li> <li>8. Что такое показатель преломления? Способы определения. Зависимость показателя от молекулярной массы, соотношения С/Н.</li> </ol>	<p>ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6</p>
<p><b>Работа №4</b> «Определение содержания воды в нефтях и нефтепродуктах»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Минеральные компоненты нефти, их содержание в нефти. Как осуществляется процесс обессоливания?</li> <li>2. Устойчивость водных эмульсий. Факторы, влияющие на устойчивость водных эмульсий.</li> <li>3. Содержание воды в нефтях и нефтепродуктах. Влияние воды на эксплуатационные свойства нефтепродуктов. Качественные и количественные методы определения воды в нефти и нефтепродуктах: гидридкальциевый, проба на потрескивание, метод Фишера, метод Дина и Старка.</li> <li>4. Принцип азеотропной перегонки. Что такое азеотроп? Требования, предъявляемые к растворителю: плотность по сравнению с водой, т.кип., растворимость в воде.</li> <li>5. Устройство установки. Где собирается вода? Как подсчитать ее объемное/массовое содержание? Как установить окончание эксперимента?</li> </ol>	<p>ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6</p>
<p><b>Работа № 5</b> «Определение температуры вспышки и воспламенения нефтепродуктов»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация нефтепродуктов по температуре вспышки. Зависимость от молекулярной массы нефтепродукта.</li> <li>2. Что такое температура вспышки, температура воспламенения, температура самовоспламенения?</li> <li>3. Понятие о верхнем и нижнем пределах взрываемости, зависимость температуры вспышки от молекулярной массы.</li> <li>4. Способы определения температуры вспышки и воспламенения.</li> </ol>	<p>ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6</p>
<p><b>Работа №6</b> «Определение анилиновой точки»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое анилиновая точка? Что она характеризует?</li> <li>2. Зависимость анилиновой точки от углеводородного состава нефтепродуктов.</li> <li>3. Какие углеводороды имеют самую низкую анилиновую точку? Почему?</li> <li>4. Способы определения анилиновой точки. Методика эксперимента.</li> <li>5. Если удалить ароматические соединения из нефтепродукта, анилиновая точка повысится или понизится?</li> </ol>	<p>ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6</p>

<p><b>Работа №7 «Определение фракционного состава топлив»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды топлив, классы испаряемости.</li> <li>2. Что такое октановое число? Что оно отражает? Как зависит октановое число от разветвления углеводородного скелета, содержания ароматических углеводородов?</li> <li>3. Что характеризуют значения 10, 50 и 90% выкипания топлив?</li> <li>4. Чем отличается зимний бензин от летнего?</li> <li>5. Методика проведения эксперимента: установка. Какие параметры требуется определить?</li> <li>6. Как определить температуру начала кипения?</li> </ol> <p><b>Работа №8 «Определение низкотемпературных свойств нефтепродуктов»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные характеристики низкотемпературных свойств нефтей и нефтепродуктов</li> <li>2. Температура застывания нефти и нефтепродуктов и методы ее определения</li> <li>3. Температура помутнения нефтепродуктов и ее зависимость от состава нефтепродуктов</li> <li>4. Температура начала кристаллизации нефтепродуктов</li> <li>5. Влияние низкотемпературных характеристик топлив на их эксплуатационные свойства и характеристики</li> </ol>	<p>ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6</p> <p>ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6</p>
--	---

#### 6.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенций ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6

##### ОПК-1

1. Основу элементного состава нефти составляют:
  - а) углерод и водород; б) углерод и азот; в) углерод и сера; г) водород и азот.
2. Парафины и церезины, входящие в состав нефти, это:
  - а) подвижные жидкости; б) твердые вещества; в) газообразные соединения; г) высоковязкие жидкие соединения.
3. Среди циклоалканов, входящих в состав нефти, наиболее широко представлены:
  - а) пяти- и шестичленные циклы; б) макроциклы; в) циклопропан; г) циклобутан.
4. Термический крекинг протекает по:
  - а) катионному механизму; б) радикальному механизму; в) анионному механизму; г) координационному механизму.

##### ОПК-2

5. С помощью процесса Фишера-Тропша получают:
  - а) синтетический бензин; б) экологически чистое дизельное топливо; в) масла; г) индивидуальные ароматические углеводороды.
6. Реакции метатезиса протекают:
  - а) без катализатора; б) с участием протонных кислот; в) с участием апротонных кислот Льюиса; г) с использованием металлосодержащих катализаторов.
7. Наиболее активными катализаторами риформинга являются:
  - а) глины; б) природные алюмосиликаты; в) синтетические алюмосиликаты; г) цеолитные катализаторы.

##### ОПК-6

8. В результате первичной переработки нефти получают:
  - а) моторные масла; б) органические растворители; в) мазут; г) нефтяной кокс.
9. В промышленности уксусную кислоту получают окислением:

а) этана; б) этилена (Вакер-процесс); в) этанола; г) ацетилен.

10. В промышленности в результате окисления кумола получают:

а) бензол и фенол; б) ацетон и фенол; в) ацетон и толуол; г) изопропиловый спирт и бензол.

### **6.2.3. Типовые задания для оценки сформированности компетенций ОПК-1, ОПК-2 и ОПК-6 (примерный перечень вопросов для экзамена)**

1. Основные доказательства биогенной теории происхождения нефти
2. Абиогенная теория происхождения нефти и ее сторонники
3. Взгляды И.М.Губкина и В.И.Вернадского на происхождение нефти и круговорот углерода в природе
4. Что такое процесс обессоливания нефти и как он проходит?
5. Рассмотрите строение и принцип действия ректификационной колонны
6. Какие продукты относятся к продуктам первичной переработки нефти?
7. Рассмотрите классификацию нефти по содержанию серы
8. Рассмотрите классификацию нефти по содержанию базовых масел
9. Типы классификации нефти по содержанию парафинов
10. Классификация нефтей по плотности
11. Химическая классификация нефтей
12. Сланцевый газ и перспективы его применения
13. Сланцевая нефть и перспективы ее использования
14. Классификация нефтей, предложенная ГрозНИИ нефти
15. Плотность и относительный удельный вес нефти и нефтепродуктов. Методы их определения и зависимость от температуры
16. Молекулярно-массовые характеристики нефтей и их зависимость от температуры. Правило адитивности молекулярной массы
17. Вязкостные характеристики нефти. Условная и кинематическая вязкость
18. Температура вспышки нефтепродуктов
19. Температура воспламенения нефтепродуктов
20. Температура самовоспламенения нефтепродуктов
21. Температура застывания нефти и нефтепродуктов
22. Температура помутнения нефтепродуктов
23. Температура начала кристаллизации нефтепродуктов
24. Электрические (диэлектрические) свойства нефти и нефтепродуктов
25. Оптические свойства нефтей
26. Нефть и нефтепродукты как растворители. Критическая температура растворения
27. Классификация нефтепродуктов
28. Типы жидкого топлива
29. Детонационная стойкость бензинов, ее зависимость (взаимосвязь) от строения углеводородов
30. Особенности определения октанового числа по исследовательскому методу
31. Особенности определения октанового числа по моторному методу
32. Октановый индекс моторных топлив, «чувствительность» топлива
33. Приведите основные марки автомобильного бензина, выпускаемого в России
34. Что такое дизельное топливо? Типы дизельных топлив. Цетановое число
35. Классификация нефтяных масел
36. Типы консистентных смазок
37. Какие нефтепродукты относятся к битумам? Типы битумов
38. Химический (элементный) состав нефти
39. Какие классы углеводородов входят в состав нефти
40. Охарактеризуйте состав низкомолекулярной части нефти
41. Охарактеризуйте состав высокомолекулярной части нефти



42. Рассмотрите жидкие углеводороды, входящие в состав нефти
43. Парафины и церезины как твердые углеводороды, входящие в состав нефти
44. Приведите состав газообразных углеводородов, входящих в состав нефти и природного газа
45. Охарактеризуйте нафтены (циклоалканы), входящие в состав нефти
46. Какие соединения называются «попутными газами»? Охарактеризуйте их состав
47. Какие ароматические углеводороды чаще всего входят в состав нефти?
48. Приведите пример углеводородов смешанного строения, входящих в состав нефти
49. Охарактеризуйте кислородсодержащие соединения, входящие в состав нефти, и методы очистки от них нефти
50. Какие соединения относятся к нафтеновым кислотам? Какое практическое значение и применение они имеют?
51. Охарактеризуйте химические свойства меркаптанов, входящих в состав нефти
52. Какие серусодержащие соединения наиболее часто входят в состав нефти?
53. Охарактеризуйте свойства сульфидов, входящих в состав нефти
54. Методы очистки нефти от серы и серосодержащих продуктов
55. Азотсодержащие соединения, входящие в состав нефти
56. Классификация смолисто-асфальтеновых веществ, входящих в состав нефти
57. Минеральные компоненты нефти
58. Дайте краткую характеристику методов вторичной переработки нефти
59. Рассмотрите термический крекинг углеводородов на примере октана
60. Рассмотрите термический крекинг углеводородов на примере нонана
61. Рассмотрите термический крекинг углеводородов на примере гептана
62. Рассмотрите термический крекинг углеводородов на примере декана
63. Рассмотрите термические превращения алкенов на примере пропена
64. Рассмотрите термические превращения алкенов на примере этилена
65. Рассмотрите термические превращения ацетиленов в условиях термического крекинга
66. Рассмотрите термические превращения метилацетилена в условиях термического крекинга
67. Термические превращения диенов на примере бутадиена
68. Рассмотрите термический крекинг нафтенов на примере циклогексана
69. Рассмотрите термический крекинг нафтенов на примере циклопентана
70. Рассмотрите термический крекинг бензола
71. Термические превращения толуола в процессе переработки нефти
72. Рассмотрите термические превращения полиароматических углеводородов на примере нафталина
73. Рассмотрите термические превращения полиароматических углеводородов на примере антрацена
74. Какие процессы относятся к процессам каталитической переработки нефти?
75. Перечислите основные стадии (этапы) гетерогенного катализа
76. Типы гетерогенных катализаторов переработки нефти
77. Каталитические яды и методы борьбы с ними
78. Рассмотрите каталитический крекинг алканов на примере гексана
79. Рассмотрите каталитический крекинг алканов на примере гептана
80. Рассмотрите каталитический крекинг алканов на примере октана
81. Рассмотрите каталитический крекинг алканов на примере декана
82. Рассмотрите превращения циклоалканов (нафтенов) в условиях каталитического крекинга на примере пропилциклогексана
83. Рассмотрите превращения циклоалканов (нафтенов) в условиях каталитического крекинга на примере этилциклогексана
84. Рассмотрите каталитический крекинг алкенов на примере бутена-1

85. Рассмотрите каталитический крекинг алкенов на примере пентена-1
86. Рассмотрите каталитический крекинг алкенов на примере гексена-1
87. Рассмотрите каталитический крекинг алкенов на примере изобутилена
88. Рассмотрите схему каталитического крекинга ароматических углеводородов на примере толуола
89. Рассмотрите схему каталитического крекинга ароматических углеводородов на примере *орто*-ксилола
90. Приведите основные катализаторы крекинга углеводородов
91. Дайте определение каталитического риформинга. Какие катализаторы используются для его проведения?
92. Какие процессы превращения углеводородов протекают в ходе каталитического риформинга? Приведите примерный состав бензина каталитического риформинга
93. Рассмотрите схему каталитического риформинга на примере 3-метилгексана
94. Рассмотрите схему каталитического риформинга на примере 3-метилгептана
95. Рассмотрите схему каталитического риформинга на примере 2,3-диметилгептана
96. Рассмотрите схему каталитического риформинга на примере декана
97. Дайте определение гидрокрекинга. Рассмотрите продукты гидрокрекинга алканов на примере гексана
98. Оптимальные условия проведения гидрокрекинга. Рассмотрите продукты гидрокрекинга алканов на примере гептана
99. Дайте определение висбрекинга. Укажите основное сырье для его проведения и главные продукты процесса.
100. Рассмотрите каталитический риформинг нафтенных на примере метилциклогексана
101. Рассмотрите каталитический риформинг ароматических углеводородов на примере толуола
102. Рассмотрите каталитический риформинг ароматических углеводородов на примере пропилбензола
103. Рассмотрите каталитический риформинг ароматических углеводородов на примере 1,2-диметилбензола
104. Охарактеризуйте оптимальные условия проведения каталитического риформинга
105. Типы катализаторов изомеризации, используемых в условиях промышленной переработки нефти
106. Схема реакции изомеризации алканов в присутствии бифункциональных катализаторов
107. Рассмотрите алкилирование бутана бутеном в присутствии кислотных катализаторов
108. Полимеризация алкенов как способ получения полимербензина
109. Что такое полимербензин? Приведите оптимальные условия проведения процесса получения полимербензина
110. Приведите пример реакции метатезиса с участием 1-фенил-2-этилэтена. Рассмотрите вероятный механизм этой реакции
111. Приведите пример реакции метатезиса с раскрытием цикла
112. Приведите пример реакции метатезиса с закрытием цикла
113. Приведите основные катализаторы, используемые в реакциях метатезиса
114. Особенности реакций метатезиса с участием функциональных производных алкенов
115. Рассмотрите особенности реакции метатезиса с участием сопряженных диенов
116. Метатезисная полимеризация
117. Рассмотрите реакцию метатезиса (с механизмом) на примере метилэтилацетилен
118. Рассмотрите реакцию метатезиса (с механизмом) на примере этилфенилацетилен
119. Рассмотрите реакцию метатезиса (с механизмом) на примере пентадиена-1,4
120. Рассмотрите реакцию метатезиса (с механизмом) на примере метиленициклобутана

121. Рассмотрите реакцию метатезиса на примере (с механизмом) метилфенилэтилена
122. Особенности метатезиса функциональных производных олефинов
123. Работы Шовена, Грабса и Шрока в области метатезиса
124. Приведите общую схему реакции Фишера-Тропша. Какие реакции используются для ее проведения?
125. Приведите основные способы получения синтез-газа в промышленности
126. Рассмотрите карбидный механизм реакции Фишера-Тропша
127. Рассмотрите гидроксикарбеновый механизм реакции Фишера-Тропша
128. Рассмотрите механизм реакции внедрения в синтезе Фишера-Тропша
129. Рассмотрите синтез бутаналя по реакции гидроформилирования
130. Рассмотрите «механизм» реакции гидроформилирования с использованием октакарбонила кобальта как катализатора
131. Рассмотрите возможные «механизмы» (схемы) синтеза метанола по реакции Фишера-Тропша
132. Рассмотрите основные способы переработки метанола в формальдегид
133. Приведите схему каталитического синтеза ацетальдегида из этилена
134. Рассмотрите синтез уксусной кислоты на основе метанола. Приведите вероятный механизм (схему) реакции
135. Метанол как альтернативный энергоноситель: переработка в жидкое топливо
136. Этанол и биотопливо как альтернатива нефтяным углеводородам
137. Приведите схему синтеза метил-трет.бутилового эфира. Какое практическое применение имеет указанное соединение?
138. Рассмотрите схему реакции окисления углеводородов на примере пропана
139. Рассмотрите схему реакции окисления углеводородов на примере метана
140. Рассмотрите схему реакции окисления углеводородов в присутствии металлов переменной валентности
141. Рассмотрите схему инициирования окисления углеводородов в присутствии солей железа
142. Рассмотрите схему инициирования окисления углеводородов в присутствии солей меди
143. Какие катализаторы наиболее часто используются для проведения окисления циклоалканов?
144. Рассмотрите окисление метана по радикальному механизму
145. Рассмотрите окисление спиртов на примере бутанола-2 по радикальному механизму
146. Рассмотрите окисление кетонов по радикальному механизму на примере пентанона-3
147. Рассмотрите реакцию окисления бутана в ацетальдегид и уксусную кислоту
148. Рассмотрите реакцию окисления циклоалканов на примере циклогексана
149. Рассмотрите реакцию окисления алкенов на примере пропена
150. Приведите наиболее промышленно значимые процессы окисления этилена. Укажите условия их протекания. Вакер – процесс.
151. Рассмотрите реакцию окисления бутена-2 в малеиновый ангидрид
152. Приведите схему окисления пропена в акриловую кислоту
153. Приведите схему синтеза винилацетата «окислением» этилена
154. Приведите схему синтеза акрилонитрила из пропилена
155. Приведите схему синтеза акрилонитрила на основе этилена
156. Рассмотрите процесс окисления циклоалкенов с использованием пероксида водорода
157. Рассмотрите схему реакции синтеза фенола и ацетона окислением кумола
158. Рассмотрите схему реакции окисления полиядерных ароматических углеводородов на примере изопропилнафталина

159. Рассмотрите схему окисления *пара*-диизопропилбензола с образованием гидрохинона
160. Окисление толуола с образованием бензойной кислоты и фенола
161. Приведите наиболее приемлемую с экономической точки зрения схему синтеза винилхлорида с использованием в качестве исходного сырья природного газа
162. Приведите наиболее приемлемую с экономической точки зрения схему синтеза винилацетат с использованием в качестве исходного сырья каменного угля
163. Приведите наиболее приемлемую с экономической точки зрения схему синтеза полиэтилена с использованием в качестве исходного сырья нефти
164. Примерная схема технологического процесса нефтеперерабатывающего завода
165. Перспективы производства топлива на основе переработки биомассы. Перспективы и недостатки.
166. Альтернативные топлива с использованием спиртов
167. Роль нефти и нефтедобычи в российской экономике
168. Крупнейшие мировые нефтехимические компании
169. Крупнейшие нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие компании России
170. Основные нефтехимические центры и предприятия Приволжского федерального округа
171. ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез как ведущее предприятие Нижегородского региона. Краткая характеристика производств и основных выпускаемых продуктов
172. Сибурнефтехим как одно из крупнейших нефтехимических предприятий Нижегородского региона. Краткая характеристика производств и основных выпускаемых продуктов
173. Вертикально-интегрированные нефтехимические компании
174. Основные экспортные продукты российской нефтехимии
175. Основные проблемы нефтехимической отрасли России
176. Перспективы развития химии нефти и нефтехимической отрасли России

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

Теоретическая подготовка к лабораторным занятиям и промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

### **а) основная литература:**

1. В.Д.Рябов. Химия нефти и газа. М., Техника, 2014.
2. В.Д.Рябов. Химия нефти и газа. М., Техника, 2004.

### **б) дополнительная литература:**

1. Данилов А.М. Книга для чтения по переработке нефти. С.-Пб.: Химиздат. 2012.
2. Дж.Г. Спейт. Анализ нефти. Справочник. СПб.: ЦОП «Профессия», 2010. 480 с.
3. Т.Манг, У. Дрезель. Смазки. СПб., 2010.
4. Ю.Н. Поконова. Нефть и нефтепродукты. СПб., 2003.
5. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: В 4 ч.: Ч.: 1: Учебное пособие для вузов. - М.: Бином, 2013.- 567 с.
6. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: В 4 ч.: Ч.: 2: Учебное пособие для вузов.- М.: Бином, 2013.- 623 с.

### **в) интернет-ресурсы, отражающие состояние развития данного направления в науке, соответствующее теме дисциплины:**

1. Аналитические статьи о современном состоянии отечественной и зарубежной нефтехимии и основах нефтепереработки [Электронный ресурс]: <http://www.newchemistry.ru>
2. Статьи в Горной энциклопедии [Электронный ресурс]: <http://www.mining-enc.ru/n/neftepererabatyvayuschij-zavod>

3. Описание основных процессов нефтепереработки [Электронный ресурс]: <http://chemistry.narod.ru/razdeli/neftechemistry/neftechemistry.htm>.

4. Статьи на нефтяную тематику в открытой электронной энциклопедии Википедия [Электронный ресурс]: <http://ru.wikipedia.org>

5. Нефть и газ, химия и методы переработки нефти в статьях энциклопедии [Электронный ресурс]: <http://www.bigpi.biysk.ru/encicl/articles/41/1004150/1004150F.htm>

6. Журналы нефтяного профиля [Электронный ресурс]: <http://www.gubkin.ru/links/publication.php>

7. Журнал «Мир нефтепродуктов» [Электронный ресурс]: <http://www.neftemir.ru/modules/news/index.php>

Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php.pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4037](http://e.lanbook.com/books/element.php.pl1_cid=25&pl1_id=4037).

Ресурс: <http://www.lib.unn.ru>

**г) рекомендуемая литература:** для подготовки студентов к выполнению лабораторных работ и самостоятельного изучения материала рекомендуются методические пособия и разработки сотрудников кафедры:

1. Колякина Е.В., Павловская М.В. Очистка и анализ нефти и нефтепродуктов (Общий практикум по химии нефти и нефтехимическому синтезу). Н.Новгород: ННГУ, 2003, 39с.

2. Колякина Е.В., Гришин Д.Ф. Определение фракционного состава топлив (Методическая разработка и описание лабораторной работы общего практикума по химии нефти и нефтехимическому синтезу). Н.Новгород: ННГУ, 2005, 37с.

3. Павловская М.В., Колякина Е.В. Очистка и анализ нефти и нефтепродуктов. Определение плотности нефти и нефтепродуктов: Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2011, 20с.

4. Щепалов А.А. Каталитические процессы нефтепереработки. Часть I. Каталитический крекинг: Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2011, 28с.

5. Гришин Д.Ф., Щепалов А.А. Основные физические свойства и характеристики нефти и нефтепродуктов: Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2011, 15с.

6. Колякина Е.В., Павловская М.В. Низкотемпературные свойства нефтепродуктов: Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2013, ч.1, 44с.; ч.2, 44 с.

7. Колякина Е.В., Павловская М.В. Очистка и анализ нефтепродуктов: Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2013, 44с.

Кроме того, учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой также предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной

литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений.

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Лекционные аудитории (308 корп. 5, 328 корп. 2) оснащены оборудованием и техническими средствами обучения: переносным мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач).

Материально-техническое обеспечение лекционных и семинарских занятий: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, доска, мел и др..

Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии специальные кабинеты с необходимым лабораторным оборудованием (ауд. 127 и 127а, 5 корпус). Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума - лаборатория нефтехимического синтеза, оснащенная оборудованием: вытяжные шкафы; штативы с лапками и кольцами; химическая посуда общего и специального назначения; магнитные и механические верхнеприводные мешалки; сушильный шкаф; вакуумный насос; водоструйные насосы; прибор для определения температуры вспышки; дистиллятор; технические и аналитические весы; приборы для определения температур плавления и кипения; рефрактометр; ртутные термометры; набор химических реактивов.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия».

Автор:

д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН \_\_\_\_\_ Гришин Д.Ф.

Рецензент:

Зав. кафедрой органической химии, д.х.н., профессор РАН \_\_\_\_\_ Федоров А.Ю.

Заведующий кафедрой химии нефти (нефтехимического синтеза),

д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН \_\_\_\_\_ Гришин Д.Ф.