

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Химия нефти

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

---

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.03.15 Химия нефти относится к обязательной части образовательной программы.

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

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.3: Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.3: Знать основные закономерности протекания химических реакций и процессов с участием углеводородов нефти и их производных Уметь правильно представлять в виде химических формул процессы и реакции, которые происходят с углеводородами нефти в процессах нефтепереработки Владеть теоретическими знаниями в области химии процессов переработки углеводородов нефти и их производных	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы
ОПК-2: Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ОПК-2.3: Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	ОПК-2.3: Знать химический состав, основные свойства и характеристики нефтей и нефтепродуктов, а также экспериментальные методы их анализа Уметь анализировать органические и неорганические соединения, присутствующие в нефтях и нефтепродуктах Владеть знаниями в области нефтехимического синтеза и анализа углеводородов и их функциональных производных	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы
ОПК-6: Способен представлять	ОПК-6.1: Представляет результаты работы в виде	ОПК-6.1: Знать правила оформления	Отчет по лабораторным	

результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	отчета по стандартной форме на русском языке	отчетов по результатам экспериментальных исследований, включая список литературных источников, использованных при подготовке к лабораторным работам и их выполнении Уметь четко формулировать результаты исследований (лабораторных работ) в области нефтехимии и излагать их Владеть навыками профессиональной устной речи при описании полученных экспериментальных результатов в области химии нефти	работам	Экзамен: Контрольные вопросы
--	--	---	---------	---------------------------------

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>5</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>180</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>46</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> <b>Экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о	о	о	о	о

	Ф О	Ф О	Ф О	Ф О	Ф О
Предмет химии нефти как научной дисциплины. Понятие о нефти, способы добычи и подготовки к переработке	8	2	0	2	6
Первичная переработка нефти. Способы переработки нефти: по топливному, по масляному и по нефтехимическому вариантам	9	2	4	6	3
Химический состав нефти и нефтяных фракций. Физические свойства и основные характеристики нефти и нефтепродуктов	14	3	8	11	3
Методы вторичной переработки нефти. Классификация. Термические методы: крекинг, висбрекинг, коксование, пиролиз.	18	4	8	12	6
Термокаталитические методы: каталитический крекинг, риформинг, изомеризация, алкилирование.	18	4	8	12	6
Водород как ценное сырье нефтепереработки. Гидрогенизационные методы: гидроочистка, гидрокрекинг, гидродепарафинизация, гидрообессеривание.	13	2	8	10	3
Основные нефтепродукты, их классификация, свойства и характеристики	13	2	8	10	3
Основы нефтехимического синтеза. Синтезы на основе оксида углерода (II) и водорода. Метод получения синтетического бензина (реакция Фишера-Тропша) и метанола.	10	3	4	7	3
Альтернативные топлива и источники энергии. Парниковые газы, «углеродный след», карбоновые полигоны.	8	2	0	2	6
Способы получения уксусной кислоты и других функциональных производных углеводородов из продуктов нефтехимического синтеза. Оксосинтез.	15	4	8	12	3
Синтезы на основе этилена, пропилена, бензола, толуола и других углеводородов	16	4	8	12	4
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	180	32	64	98	46

### Содержание разделов и тем дисциплины

Предмет нефтехимии как научной дисциплины.

Мировые запасы нефти и природного газа - основного источника 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 химическому составу. Основные классы соединений, входящих в состав нефти. Нефть и природный газ – сырьевая база для нефтехимического и основного органического синтеза. Комплексная переработка нефти. Вертикально-интегрированные компании.

Основные способы добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов.

Физические свойства и основные характеристики нефти и нефтепродуктов. Плотность, методы ее определения, зависимость от температуры, фракционного и химического состава. Молекулярная масса, зависимость от температуры кипения фракции, методы определения. 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. Диэлектрические характеристики нефти и нефтепродуктов.

Оптические характеристики, цвет, флуоресценция, оптическая активность, удельная рефракция, рефрактометрическая разность, удельная дисперсия. Растворимость и растворяющая способность нефти,

критическая температура растворения.

Первичная переработка нефти. Индивидуальный состав фракций нефти и методы его исследования.

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>10</sub>-C<sub>18</sub>: способы выделения, роль в современной нефтехимии.

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

Ароматические моно- и полиядерные углеводороды нефти.

Гетероатомные серу-, азот- и кислородсодержащие соединения нефти. Полиядерные гетероатомные составляющие высокомолекулярных фракций нефти. Гидроочистка нефтяного сырья. Методы выделения и перспективы использования гетероатомных соединений нефти.

Смолоасфальтены как высокомолекулярные соединения нефти с гетероатомами.

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

Методы вторичной переработки нефти: пиролиз, термический и каталитический крекинг, висбрекинг, каталитический риформинг.

Пиролиз на этилен как наиболее радикальный способ переработки нефтяного сырья. Сырье для пиролиза. Пропилен, бутилен, дивинил, циклопентадиен и другие непредельные углеводороды как продукты пиролиза. 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 ацетиленовых углеводородов. Расширение сырьевой базы пиролиза. Пиролиз сырой нефти.

Гидропиролиз.

Высокотемпературный крекинг метана и других углеводородов для производства ацетилена.

Современные методы крекинга с использованием низкотемпературной плазмы. Механизм синтеза ацетилена. Способы выделения ацетилена и методы очистки.

Каталитический крекинг, его основные продукты. Катализаторы крекинга: аморфные алюмосиликаты, цеолиты и др. Карбоний-ионный механизм реакции каталитического крекинга. Поведение углеводородов различных классов в условиях каталитического крекинга. Преимущества каталитического крекинга перед термическим. Гидрокрекинг и гидроочистка.

Каталитический риформинг, его значение в производстве ароматических углеводородов. Реакции риформинга: дегидрогенизация, изомеризация, дегидроциклизация. Дигидроконденсация.

Бифункциональные катализаторы.

Алкены как основное сырье нефтехимического синтеза.

Газообразные олефины: методы выделения и тонкой очистки. Динамика производства, потребления и пути использования этилена, пропилена, бутилена и изобутилена.

Алкены с большим молекулярным весом. Их значение для расширения сырьевой базы мономеров.

Методы получения: дегидрирование алканов, димеризация и олигомеризация низших олефинов.

Катализаторы Циглера, комплексные катализаторы. Сополимеризация олефинов с другими мономерами, новые перспективные полимерные материалы на основе сополимеров алкенов. Реакции метатезиса с участием олефинов, катализаторы указанных процессов, их механизм и перспективы развития. Синтез олигомеров и полимеров на базе изобутилена.

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.

Окислительный аммонолиз – основной метод синтеза акрилонитрила. Механизм реакции. Другие способы получения акрилонитрила, перспективы развития и применения.

Гидратация оксида этилена. Этиленгликоль. Новые пути синтеза этиленгликоля.

Оксид пропилена, синтез и применение.

Аллиловый спирт, глицерин, глицидол.

Окисления этилена в ацетальдегид (Вакер-процесс) и уксусную кислоту.

Синтез акролеина на основе пропилена. Катализаторы и механизм реакции.

Получение метакриловой кислоты из изобутилена. Эфиры акриловой и метакриловой кислот. Синтез полимеров на их основе.

Получение малеинового ангидрида окислением бутена-2.

Гидрирование алкенов. Гетерогенные и гомогенные катализаторы, механизм процессов с их участием.

Гидратация алкенов в присутствии протонных кислот. Парофазная каталитическая гидратация. Синтез бутиловых спиртов. Окислительная гидратация. Прямой синтез ацетона из пропилена и воды. Синтез высших спиртов (процесс Циглера).

Реакции алкенов с галогенами и галогеноводородами. Окислительное и заместительное хлорирование. Хлористый винил, хлористый аллил, хлорэтилены и их применение. Олиго-, гомо- и сополимеры на их основе. Дихлорэтан: практически значимые методы получения и синтезы на его основе. Фтористый винил, хлорфторэтен. Присоединение галогеноводородов и хлорноватистой кислоты к алкенам.

Применение хлоргидринов для синтеза оксидов алкенов.

Реакции олефинов с оксидами азота.

Реакции теломеризации с участием алкенов. Телогены и таксогены. Механизм реакции (Несмеянов, Фрейдлина). Сотеломеризация. Перспективы развития и практическая значимость указанных процессов. Циклоалкены. Методы получения и применение в синтезе мономеров и бифункциональных соединений.

Синтезы диеновых углеводородов на основе алкенов (реакция Принса). Применение 1,3-диоксанов. Ацетилен. Методы выделения и очистки. Конденсация ацетилена с образованием ароматических углеводородов. Циклооктатетраен. Линейная олигомеризация ацетилена. Конденсация ацетилена с углеводородами других классов. Синтез мономеров на базе ацетилена (хлорпрен, акрилонитрил, винилацетат, виниловые эфиры и др.). Ацетилен как винилирующий агент. Реакции метатезиса с участием ацетилена. Полимеры на его основе.

Диеновые углеводороды.

Бутадиен-1,3 (дивинил). Выделение из продуктов переработки нефти. Циклодимеризация и циклоолигомеризация дивинила. Пути использования олигомеров. Олигомеризация с галоидными соединениями. Синтезы на базе бутадиена: гексаметилдиамин, адипонат, сульфолан, этилиденнорборнен и др.

Изопрен. Ресурсы. Промышленные способы получения из пропилена, изобутилена и 2-метилбутана.

Высшие диеновые углеводороды: синтез и применение.

Аллен. Методы выделения в процессе нефтепереработки. Синтезы на его основе.

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. Циклогексан – сырье для синтеза капролактама. Получение циклогексанола, циклогексанона и адипиновой кислоты. Синтез капролактама на основе углеводородов других классов. Получение синтетических волокон на базе адипиновой кислоты и капролактама.

Толуол – высокооктановая добавка к топливу и сырье для органического синтеза (в плане перспективы замены бензола и p-ксилола как исходных в синтезе фенола, капролактама, терефталевой кислоты и т.п.).

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

Кумол: синтез и окисление.

Полиметилбензолы, выделение из фракции пиролиза C<sub>9</sub>, окисление. Тримеллитовая и пиромеллитовая кислоты. Синтез термостойких полиэфирных волокон.

Полиядерные ароматические углеводороды. Состав и пути переработки нафталиновой фракции.

Окисление нафталина. Синтезы на основе фталевого ангидрида. Глифталевые смолы. Гидрирование нафталина. Тетралин и декалин, их применение. Дeterгенты на базе нафталина. Антрацен и фенантрен, пластификаторы и полимеры на их основе.

Алкилирование ароматических углеводородов с использованием алкенов, спиртов и галоидных алкилов. Катализаторы и механизм. Изомеризация углеводородов в условиях алкилирования. Межмолекулярное перераспределение алкильных групп. Применение реакции алкилирования в промышленности.

Алканы и циклоалканы, химические превращения с их участием.

Реакции окисления алканов. Каталитическое и некаталитическое окисление. Цепной механизм окисления. Гидропероксиды. Фотоокисление. 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; высших жирных спиртов и кислот; синтез гидропероксидов.

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. Сортность топлив. Горючее для дизельных двигателей. Цетановые числа. Присадки к дизельным топливам. Экологические требования к составу топлив.

Реакции галогенирования. Термическое, фотохимическое и радиоционно-химическое хлорирование. Селективный синтез хлоралканов. Окислительное хлорирование. Отдельные представители хлорпроизводных алканов. Методы введения фтора в молекулу углеводородов. Фреоны.

Сульфирование и сульфохлорирование. Механизм реакций. Синтез алкилсульфонатов, их применение в качестве детергентов.

Нитрование. Парофазное и жидкофазное нитрование алканов. Нитроалканы как растворители и компоненты топлив. Синтезы на основе нитроалканов.

Гидрогенолиз. Механизм процесса, катализаторы. Необратимый катализ Зелинского. Гидрирование связанным водородом.

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).

Гетероатомные составляющие нефти и твердых горючих ископаемых. Их применение в нефтехимическом синтезе.

Азотсодержащие соединения, входящие в состав нефти и продуктов переработки углей. Методы выделения и пути использования.

Кислородсодержащие соединения нефти. Нафтеновые кислоты и фенолы. Использование солей нафтеновых кислот в качестве катализаторов.

Фенолы – продукты переработки твердых горючих ископаемых. Состав, методы выделения и разделения. Увеличение ресурсов фенола за счет dealкилирования его гомологов. Современные способы получения фенола. Пластики на его основе.

Методы введения алкильных, алкенильных, окси- и алкилоксигрупп в молекулу фенола. Алкилирующие агенты, катализаторы, механизм их действия. Роль фазовых условий процесса алкилирования.

Алкилирование в щелочной среде.

Двухатомные фенолы и бисфенолы. Синтез и пути использования.

Пространственно затрудненные фенолы. Строение, таутомерия. Особенности реакций электрофильного замещения с их участием.

Фенолы как ингибиторы процессов окисления. Механизм ингибирующего действия фенолов.

Важнейшие представители класса ингибиторов.

Серусодержащие соединения, входящие в состав нефти и продуктов переработки твердых горючих ископаемых. Классификация нефти и продуктов переработки твердых горючих ископаемых по

содержанию серы и типу серосодержащих органических соединений. Происхождение органических соединений серы, входящих в состав нефти. Методы обессеривания углеводородсодержащего сырья. Катализаторы этих процессов и механизм их действия. Выделение органических соединений серы из нефти. Методы их идентификации, использование указанных соединений в народном хозяйстве. Синтез индивидуальных серосодержащих органических соединений на базе нефтяного сырья.

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

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "нет" (нет).
- открытый онлайн-курс МООС "нет" (нет).

Иные учебно-методические материалы: 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, 44 с.

8. Стахи С.А., Колякина Е.В., Гришин И.Д. Определение фракционного состава нефтепродуктов. Н.Новгород. Из-во ННГУ. 2022. – 41 с.

9. Колякина Е.В., Зимина А.М. Температура вспышки и воспламенения нефтепродуктов: расчет и определение. Из-во ННГУ. 2023. – 32 с.

10. Князева Н.А., Колякина Е.В. Очистка нефтепродуктов от ароматических углеводородов адсорбцией. Н.Новгород. Из-во ННГУ. 2023. – 23 с.

#### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:**



1. Классификация нефтей по содержанию серы.
2. Основные физические и эксплуатационные характеристики нефтепродуктов.
3. 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.
4. Ректификация нефти. Индивидуальный состав фракций нефти и методы его исследования.
5. Химический состав нефти. Основные классы соединений, входящих в состав нефти.
6. Гетероатомные соединения нефти. Методы выделения и перспективы использования гетероатомных соединений нефти.

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Термический крекинг алканов на примере декана.
2. Рассмотрите термические превращения алкенов на примере пропена
3. Термические превращения толуола в процессе переработки нефти
4. Перечислите основные стадии (этапы) гетерогенного катализа
5. Типы гетерогенных катализаторов переработки нефти
6. Рассмотрите каталитический крекинг алканов на примере октана
7. Рассмотрите превращения циклоалканов (нафтен) в условиях каталитического крекинга на примере этилциклогексана
8. Рассмотрите схему каталитического крекинга ароматических углеводородов на примере толуола
9. Какие процессы превращения углеводородов протекают в ходе каталитического риформинга? Приведите примерный состав бензина каталитического риформинга
10. Рассмотрите схему каталитического риформинга на примере декана

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

1. Приведите наиболее приемлемую с экономической точки зрения схему синтеза винилацетат с использованием в качестве исходного сырья каменного угля
2. Приведите наиболее приемлемую с экономической точки зрения схему синтеза полиэтилена с использованием в качестве исходного сырья нефти
3. Примерная схема технологического процесса нефтеперерабатывающего завода
4. Перспективы производства топлива на основе переработки биомассы. Перспективы и недостатки.
5. Альтернативные топлива с использованием спиртов
6. Роль нефти и нефтедобычи в российской экономике

### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Содержание и оформление отчета полностью соответствует требованиям, указанным выше требованиям
не зачтено	Не выполнен хотя бы один пункт из требований, предъявляемых к оформлению отчета

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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 несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены

	обучающегося от ответа	ошибки	ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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 некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

**5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1**

Перечислите продукты, которые относятся к продуктам первичной переработки нефти?

Рассмотрите классификацию нефти по содержанию серы (серосодержащих соединений)

Рассмотрите классификацию нефти по содержанию базовых масел

Типы классификации нефти по содержанию парафинов

Классификация нефтей по плотности

Химическая классификация нефтей

Охарактеризуйте химические свойства меркаптанов, входящих в состав нефти

Какие серосодержащие соединения наиболее часто входят в состав нефти?

Охарактеризуйте свойства сульфидов, входящих в состав нефти

Методы очистки нефти от серы и серосодержащих продуктов

Азотсодержащие соединения, входящие в состав нефти

Классификация смолисто-асфальтеновых веществ, входящих в состав нефти

Рассмотрите алкилирование бутана бутеном в присутствии кислотных катализаторов

Полимеризация алкенов как способ получения полимербензина

Что такое полимербензин? Приведите оптимальные условия проведения процесса получения полимербензина

Приведите пример реакции метатезиса с участием 1-фенил-2-этилэтена. Рассмотрите вероятный механизм этой реакции

Приведите пример реакции метатезиса с раскрытием цикла

Приведите пример реакции метатезиса с закрытием цикла

Приведите основные катализаторы, используемые в реакциях метатезиса

Особенности реакций метатезиса с участием функциональных производных алкенов

Рассмотрите особенности реакции метатезиса с участием сопряженных диенов

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2**

Химический (элементный) состав нефти

Какие классы углеводородов входят в состав нефти

Охарактеризуйте состав низкомолекулярной части нефти

Охарактеризуйте состав высокомолекулярной части нефти

Рассмотрите жидкие углеводороды, входящие в состав нефти

Парафины и церезины как твердые углеводороды, входящие в состав нефти

Приведите состав газообразных углеводородов, входящих в состав нефти и природного газа

Охарактеризуйте нафтены (циклоалканы), входящие в состав нефти

Какие соединения называются «попутными газами»? Охарактеризуйте их состав

Какие ароматические углеводороды чаще всего входят в состав нефти?

Приведите пример углеводородов смешанного строения, входящих в состав нефти

Охарактеризуйте кислородсодержащие соединения, входящие в состав нефти, и методы очистки от них нефти

Какие соединения относятся к нафтеновым кислотам? Какое практическое значение и применение они имеют?

Минеральные компоненты нефти

Дайте краткую характеристику методов вторичной переработки нефти

Рассмотрите термический крекинг углеводородов на примере октана

Рассмотрите термический крекинг углеводородов на примере нонана

Рассмотрите термический крекинг углеводородов на примере гептана

Рассмотрите термический крекинг углеводородов на примере декана

Рассмотрите термические превращения алкенов на примере пропена

Рассмотрите термические превращения алкенов на примере этилена

Рассмотрите термические превращения ацетиленов в условиях термического крекинга

Рассмотрите термические превращения метилацетиленов в условиях термического крекинга

Термические превращения диенов на примере бутадиена

Рассмотрите термический крекинг нафтенов на примере циклогексана

Рассмотрите термический крекинг нафтенов на примере цикlopentана

Рассмотрите термический крекинг бензола

Термические превращения толуола в процессе переработки нефти

Рассмотрите термические превращения полиядерных углеводородов на примере нафталина

Рассмотрите термические превращения полиядерных углеводородов на примере антрацена

Какие процессы относятся к процессам каталитической переработки нефти?

Перечислите основные стадии (этапы) гетерогенного катализа

Типы гетерогенных катализаторов переработки нефти

Каталитические яды и методы борьбы с ними

Рассмотрите каталитический крекинг алканов на примере гексана

Рассмотрите каталитический крекинг алканов на примере гептана

Рассмотрите каталитический крекинг алканов на примере октана

Рассмотрите каталитический крекинг алканов на примере декана

Рассмотрите превращения циклоалканов (нафтенов) в условиях каталитического крекинга на примере пропилциклогексана

Рассмотрите превращения циклоалканов (нафтенов) в условиях каталитического крекинга на примере этилциклогексана

Рассмотрите каталитический крекинг алкенов на примере бутена-1

Рассмотрите каталитический крекинг алкенов на примере пентена-1

Рассмотрите каталитический крекинг алкенов на примере гексена-1

Рассмотрите каталитический крекинг алкенов на примере изобутилена

Рассмотрите схему каталитического крекинга ароматических углеводородов на примере толуола

Рассмотрите схему каталитического крекинга ароматических углеводородов на примере *орто*-ксилола

Приведите основные катализаторы крекинга углеводородов

Дайте определение каталитического риформинга. Какие катализаторы используются для его проведения?

Какие процессы превращения углеводородов протекают в ходе каталитического риформинга?

Приведите примерный состав бензина каталитического риформинга

Рассмотрите схему каталитического риформинга на примере 3-метилгексана

Рассмотрите схему каталитического риформинга на примере 3-метилгептана

Рассмотрите схему каталитического риформинга на примере 2,3-диметилгептана

Рассмотрите схему каталитического риформинга на примере декана

Дайте определение гидрокрекинга. Рассмотрите продукты гидрокрекинга алканов на примере гексана

Оптимальные условия проведения гидрокрекинга. Рассмотрите продукты гидрокрекинга алканов на примере гептана

Дайте определение висбрекинга. Укажите основное сырье для его проведения и главные продукты процесса.

Рассмотрите каталитический риформинг нафтенных на примере метилциклогексана

Рассмотрите каталитический риформинг ароматических углеводородов на примере толуола

Рассмотрите каталитический риформинг ароматических углеводородов на примере пропилбензола

Рассмотрите каталитический риформинг ароматических углеводородов на примере 1,2-диметилбензола

Рассмотрите «механизм» реакции гидроформилирования с использованием октакарбонила кобальта как катализатора

Рассмотрите возможные «механизмы» (схемы) синтеза метанола по реакции Фишера-Тропша

Рассмотрите основные способы переработки метанола в формальдегид

Приведите схему каталитического синтеза ацетальдегида из этилена

Рассмотрите синтез уксусной кислоты на основе метанола. Приведите вероятный механизм (схему) реакции

### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-6**

Основные доказательства биогенной теории происхождения нефти

Абиогенная теория происхождения нефти и ее сторонники

Взгляды И.М.Губкина и В.И.Вернадского на происхождение нефти и круговорот углерода в природе

Что такое процесс обессоливания нефти и как он проходит?

Рассмотрите строение и принцип действия ректификационной колонны

Сланцевый газ и перспективы его применения

Сланцевая нефть и перспективы ее использования

Классификация нефтей, предложенная ГрозНИИ нефти

Приведите основные марки автомобильного бензина, выпускаемого в России

Что такое дизельное топливо? Типы дизельных топлив. Цетановое число

Классификация нефтяных масел

Типы консистентных смазок

Какие нефтепродукты относятся к битумам? Типы битумов

Охарактеризуйте оптимальные условия проведения каталитического риформинга

Типы катализаторов изомеризации, используемых в условиях промышленной переработки нефти

Схема реакции изомеризации алканов в присутствии бифункциональных катализаторов

Метатезисная полимеризация

Рассмотрите реакцию метатезиса (с механизмом) на примере метилэтилацетилена

Рассмотрите реакцию метатезиса (с механизмом) на примере этилфенилацетилена

Рассмотрите реакцию метатезиса (с механизмом) на примере пентадиена-1,4

Рассмотрите реакцию метатезиса (с механизмом) на примере метиленикклобутана

Рассмотрите реакцию метатезиса на примере (с механизмом) метилфенилэтилена

Особенности метатезиса функциональных производных олефинов

Работы Шовена, Грабса и Шрока в области метатезиса

Приведете общую схему реакции Фишера-Тропша. Какие реакции используются для ее проведения?

Приведите основные способы получения синтез-газа в промышленности

Рассмотрите карбидный механизм реакции Фишера-Тропша

Рассмотрите гидроксикарбеновый механизм реакции Фишера-Тропша

Рассмотрите механизм реакции внедрения в синтезе Фишера-Тропша

Рассмотрите синтез бутанала по реакции гидроформилирования

Метанол как альтернативный энергоноситель: переработка в жидкое топливо

Этанол и биотопливо как альтернатива нефтяным углеводородам

Приведите наиболее промышленно значимые процессы окисления этилена. Укажите условия их протекания. Вакер – процесс.



Рассмотрите реакцию окисления бутена-2 в малеиновый ангидрид

Приведите наиболее приемлемую с экономической точки зрения схему синтеза винилацетат с использованием в качестве исходного сырья каменного угля

Перспективы развития химии нефти и нефтехимической отрасли России

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
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»
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»
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»

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Рябов Владимир Дмитриевич. Химия нефти и газа : учебник / Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И. М. Губкина. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : Техника : ТУМА ГРУПП, 2004. - 288 с. - ISBN 5-93969-023-8 : 516.50., 29 экз.
2. Рябов Владимир Дмитриевич. Химия нефти и газа : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 130500 "Нефтегазовое дело". - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : Форум : ИНФРА-М, 2014. - 336 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0567-8 (ИД "Форум") : 389.90., 50 экз.

3. Белозерова О. В. Химия нефти и газа : учебное пособие / Белозерова О. В. - Иркутск : ИРНИТУ, 2019. - 126 с. - Книга из коллекции ИРНИТУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8038-1416-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=801069&idb=0>.
4. Вержичинская Светлана Владимировна. Химия и технология нефти и газа : Учебное пособие / Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева. - 3. - Москва : Издательство "ФОРУМ", 2022. - 416 с. - Среднее профессиональное образование. - ISBN 978-5-00091-512-7. - ISBN 978-5-16-102368-6. - ISBN 978-5-16-013576-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=792259&idb=0>.
5. Дияров И. Н. Химия нефти: руководство к практическим и лабораторным занятиям / Дияров И. Н., Хамидуллин Р. Ф., Солодова Н. Л. - 2-е изд. - Казань : КНИТУ, 2013. - 464 с. - Книга из коллекции КНИТУ - Химия. - ISBN 978-5-7882-1430-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=825583&idb=0>.

#### Дополнительная литература:

1. Грин И. И. Катализ в нефтехимическом синтезе : учеб. пособие / Грин И. И., Бажанвальд Л. И., Капустин Р. В. - Нижний Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2021. - 122 с. - Книга из коллекции НГТУ им. Р. Е. Алексеева - Химия. - ISBN 978-5-502-01490-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=865021&idb=0>.
2. Тупикин Е. И. Общая нефтехимия : учебное пособие для спо / Тупикин Е. И. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 320 с. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-9996-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=881129&idb=0>.
3. Котова Н. В. Прикладная нефтехимия / Котова Н. В., Журавлёва М. В., Сайфутдинов М. Н. - Казань : КНИТУ, 2011. - 125 с. - Книга из коллекции КНИТУ - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=825228&idb=0>.

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием 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>

#### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: 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 дисциплины 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.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Гришин Дмитрий Федорович, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Гришин Дмитрий Федорович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.