



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НЕФТИ И ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ***

Направление подготовки (специальность)  
18.03.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

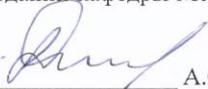
Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1005)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий 18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры МиХТ, д-р техн. наук  В.Н.Петухов

Рецензент:

зав. кафедрой ГМДиОПИ, канд. техн. наук  И.А.Гришин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений» является получение студентами знаний о сущности процессов превращения жидких горючих ископаемых при их подготовке и переработке; формирование практических умений и навыков использования основных теоретических закономерностей при выполнении теххимических расчетов, проведении экспериментальных исследований, в производственно-технологической деятельности.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Коллоидная химия

Общая химическая технология

Физическая химия

Введение в направление

История химии и химической технологии

Минералогия и петрография неметаллических и горючих ископаемых

Общая и неорганическая химия

Происхождение и метаморфизм биолитов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Коксование пека

Коксование углей

Массообменные процессы химической технологии

Химические реакторы

Извлечение и переработка химических продуктов коксования

Моделирование химико-технологических процессов

Планирование и организация эксперимента

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире

Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>-химический состав нефти; ее свойства, реакции, лежащие в основе процессов химической технологии топлива и углеродных материалов</li> <li>-состав и свойства сырья, катализаторов и получаемых продуктов</li> <li>-химию и термодинамическое описание основных процессов переработки природных энергоносителей и получения целевых продуктов</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>-использовать знания о прочности связей в молекулах углеводородов различных классов, строений и гомологических рядов в установлении химизма и механизма химических реакций</li> <li>-прогнозировать качество получаемых продуктов, объяснять особенности и закономерности процессов, выбирать наиболее благоприятные условия его протекания</li> <li>-выполнять необходимые расчеты</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками химико-технологических расчетов на основе знаний о кинетике, термодинамике и механизме химических реакций, лежащих в основе промышленных процессов переработки горючих ископаемых</li> <li>-навыками проведения экспериментального исследования в области химии и химической технологии топлива</li> </ul>
ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>-назначение основных процессов переработки газового и нефтяного сырья</li> <li>-ГОСТы по методам исследования нефти и нефтепродуктов</li> <li>-цель технологических процессов</li> <li>-химизм процессов</li> <li>-катализаторы и механизм их действия</li> <li>-основные технологические параметры процессов</li> <li>-принципиальные технологические схемы процессов</li> <li>-физико-химические свойства нефти и ее поведение в процессах переработки.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>-на основании теоретических предпосылок определять влияние технологических факторов на протекание процессов химической технологии топлива и углеродных материалов</li> <li>-выбирать метод переработки</li> <li>-выполнять расчеты ХТП переработки природных энергоносителей, составлять материальные и тепловые балансы</li> <li>-обосновывать принятие конкретного технологического решения при разработке технологических процессов</li> <li>-проводить анализ различных вариантов технологического процесса, прогнозировать последствия; выбирать рациональную схему производства заданного продукта.</li> </ul>

Владеть	<ul style="list-style-type: none"><li>-навыками практических расчетов при исследовании реальных химических процессов переработки природных энергоносителей</li><li>-методами оценки качественных показателей продуктов переработки нефти</li><li>- знаниями о процессах подготовки нефтяного сырья к дальнейшей переработке</li><li>-знаниями о процессах термических и каталитических процессов переработки глубокой переработки нефтяного сырья</li><li>-химизмом и механизмом превращения углеводородов в процессах переработки нефтяного сырья</li><li>-навыками работы на лабораторных установках.</li></ul>
---------	---

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 76,1 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 68,2 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Введение. Классификация и запасы топлива.								
1.1 Значение горючих ископаемых в мировой экономике. Ресурсы и месторождения нефти. Добыча нефти. Бурение нефтяных скважин. Методы разработки месторождений.	5	2			10	Подготовка к практическому занятию, собеседованию, коллоквиуму.	Собеседование	ОПК-3, ПК-4
Итого по разделу		2			10			
2. Раздел 2. Химический состав нефти и методы								
2.1 Элементный и фракционный состав нефтей и нефтепродуктов. Исследование химического состава нефти. Хроматография. Физические свойства	5	10	16/8И		20			ОПК-3, ПК-4
Итого по разделу		10	16/8И		20			
3. Раздел 3. Процессы переработки нефти.								
3.1 Схемы переработки. Термические процессы: пиролиз, термический крекинг, висбрекинг, получение технического углерода и битума. Каталитические процессы: каталитический крекинг, каталитический гидрокрекинг, каталитический риформинг, каталитическая изомеризация пентан-гексановой фракции	5	12	4		23,2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к защите лабораторных работ, коллоквиуму. Подготовка индивидуального реферативного доклада (презентации).	Защита лабораторных работ, доклад подготовленной темы реферата.	ОПК-3, ПК-4
Итого по разделу		12	4		23,2			

4. Раздел 4. Нефтепродукты.								
4.1 Нефтепродукты, их физико-химическая характеристика и использование.	5	12	16/6И		15	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к защите лабораторных работ, коллоквиуму. Подготовка индивидуального реферативного доклада (презентации).	Защита лабораторных работ, доклад подготовленной темы реферата.	ОПК-3, ПК-4
Итого по разделу		12	16/6И		15			
Итого за семестр		36	36/14И		68,2		экзамен	
Итого по дисциплине		36	36/14И		68,2		экзамен	ОПК-3,ПК-4

## 5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в форме лекции-информации, так и в форме лекции-визуализации. Лекции проводятся с использованием интерактивного метода – «обучение на основе опыта» для создания аналогий между изучаемыми явлениями и знакомыми студентам жизненными ситуациями и более глубокого усваивания изучаемых вопросов. В рамках учебного курса предусмотрена встреча на одной из лекций со специалистом технологической группы коксохимического производства ПАО «ММК» для получения информации прикладного характера и знакомства с передовыми технологиями и методами труда.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. Выполнение лабораторных работ проводится с элементами исследования и внедрением инновационной технологии коллективного взаимообучения. (Для формирования системного творческого технического мышления и способности генерировать нестандартные технические идеи при решении творческих производственных задач). Контекстный метод обучения при проведении лабораторных занятий позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При защите лабораторных работ проводится учебная дискуссия, как метод интерактивного обучения, позволяющая обмениваться взглядами студентам по конкретной проблеме.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе выполнения курсового проекта, в процессе подготовки к лабораторным, практическим работам и промежуточной аттестации.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Рябов В. Д. Химия нефти и газа [Электрон.ресурс]: Учебное пособие / В.Д. Рябов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). Электронно-библиотечная система <<ИНФ.-М>> – Режим доступа : <http://znanium.com/bookread2.php?book=423151> - ISBN 978-5-8199-0567-8

2. Неведров, А.В. Химия природных энергоносителей [Электрон.ресурс]: учебное пособие / А.В. Неведров, Е.В. Васильева, А.В. Папин. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 165 с. — ISBN 978-5-00137-054-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122219> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1.Иванова Т. Е. Химическая термодинамика и ее применение в нефтегазовом деле [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. Е. Иванова. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 146 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64510> . — Загл. с экрана.

2.Орловская Н. Ф. Совершенствование переработки нефтей севера Красноярского края на малых нефтеперерабатывающих заводах [Электронный ресурс] : монография / Н. Ф. Орловская, И. В. Надежкин, Е. Д. Агафонов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 135 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=492786> . - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-7638-2763-7.

3.Закгейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=468690> . - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-98704-497-1.

4.Теоретические основы химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3515.pdf&show=dcatalogues/1/1514321/3515.pdf&view=true> . - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1095-9.

### **в) Методические указания:**

1. Химические процессы в реакторах [Текст]: учеб. пособие /А.Н. Смирнов, С.А. Крыло-ва, В.И. Сысоев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носо-ва, 2016. 125 с.

2. Теоретические основы химической технологии [Текст]: учеб. пособие /А.Н. Смирнов, С.А. Крылова, В.И. Сысоев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носо-ва, 2018. 61 с

### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

#### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория по химической технологии топлива оснащена лабораторным оборудованием:
  - лабораторное оборудование (муфельные шкафы; сушильный шкаф; аналитические весы; плитки электрические; микроскоп электрический МИН-9; фото микроскоп отраженного света ПОЛАМР – 312; станок для полировки шлифов СШПМ химические реактивы, химическая посуда, водяные бани, термометры).
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Примеры тестовых заданий

Какие из парафиновых углеводородов при стандартных условиях находятся в твердой фазе:

C<sub>1</sub>–C<sub>4</sub>

C<sub>5</sub>–C<sub>15</sub>

C<sub>16</sub>–C<sub>53</sub>

2. На какой глубине реализуется главная фаза нефтеобразования:

1–2 км

2–3 км

6–8 км

3. В каком растворителе растворимы асфальтены:

петролейный эфир

низкокипящие алканы

низшие арены

4. Укажите аддитивные свойства смеси углеводородов:

плотность

вязкость

молекулярная масса

**Примеры задач**

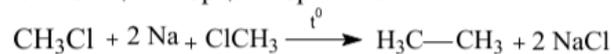
1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить этан.

Решение

1. Крекинг бутана (промышленный способ)



2. Реакция Вюрца-Шорыгина



3. Восстановление галогенпроизводного

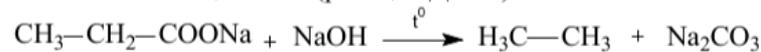


или

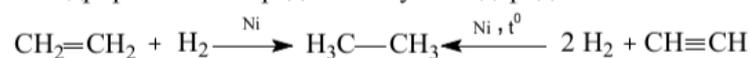


4. Из солей карбоновых кислот

сплавление со щелочью (реакция Дюма)



5. Гидрирование непредельных углеводородов



2. Рассчитать плотность газа, имеющего среднюю молекулярную массу 64, при 60°C и давлении 3 атм.

Решение.

Дано:

$$M = 64$$

$$T = 60 + 273 = 333 \text{ К}$$

$$P = 3 \cdot 1,013 \cdot 10^5 = 3,039 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\rho_{см} = \frac{273}{22,4} \times \frac{42 \times 3,039 \times 10^5 \times 10^{-5}}{333} \approx 4,67$$

Ответ: 4,67 кг/м<sup>3</sup>.

3. Газовая смесь получена из 95 м<sup>3</sup> пропана и 23 м<sup>3</sup> этана. Плотности пропана и этана равны 2,0037 кг/м<sup>3</sup> и 1,3560 кг/м<sup>3</sup> соответственно. Выразить состав смеси в объемных и массовых долях.

Решение. Найдем общий объем смеси:  $V = 95 + 23 = 118 \text{ м}^3$ .

Объемная доля пропана  $x_{V_1} = 95/118 = 0,805$ , этана  $x_{V_2} = 23/118 = 0,195$ .

Массовые доли компонентов будут равны:

$$x_1 = \frac{0,805 \cdot 2,0037}{0,805 \cdot 2,0037 + 0,195 \cdot 1,3560} = 0,859;$$

$$x_2 = \frac{0,195 \cdot 1,3560}{0,805 \cdot 2,0037 + 0,195 \cdot 1,3560} = 0,141.$$

3. Рассчитать среднюю молекулярную массу фракции со средней температурой кипения 118°C.

Решение.

Используем формулу Б.М. Войнова:

$$M_{cp} = 60 + 0,3 \times t_{cp} + 0,001 \times t_{cp}^2 = 60 + 0,3 \times 118 + 0,001 \times 118^2 = 109,3.$$

где  $t_{cp}$  — средняя температура кипения, определяемая по данным стандартной разгонки.

При каталитическом крекинге масляной фракции получены продукты:

	Массовое содержание, %	Молярная масса, кг/кмоль
Газ	11,2	32
Бензин	32,7	105
Легкий газойль	36,9	218
Тяжелый газойль	19,2	370

Определить молярные доли компонентов.

4. Смешали 27 кг масляной фракции I ( $\rho_4^{20} = 0,8647$ ) и 63 кг масляной фракции II ( $\rho_4^{20} = 0,8795$ ). Определить молярную массу смеси.

Решение. Найдем плотность  $\rho_{15}^{15}$  для фракции I:

$$\rho_{15}^{15} = 0,8647 + 5 \cdot 0,000686 = 0,8681,$$

для фракции II

$$\rho_{15}^{15} = 0,8795 + 5 \cdot 0,00067 = 0,8829.$$

определим молярную массу каждой фракции:

$$M_1 = \frac{44,29 \cdot 0,8681}{1,03 - 0,8681} = 237,5 \text{ кг / кмоль}; \quad M_2 = \frac{44,29 \cdot 0,8829}{1,03 - 0,8829} = 265,8 \text{ кг / кмоль}.$$

Зная количество фракций, определим их массовые доли:

$$x_1 = \frac{27}{27 + 63} = 0,3; \quad x_2 = \frac{63}{27 + 63} = 0,7.$$

Молярная масса смеси

$$M = \frac{1}{\frac{0,3}{237,5} + \frac{0,7}{265,8}} = 256,6 \text{ Кг} / \text{кмоль}.$$

Примерные темы рефератов

1. Значение нефтегазового комплекса в мировой экономике. Основные нефтедобывающие страны мира. Добыча нефти в России.
2. Углубление переработки нефти – актуальная проблема мировой и отечественной нефтепереработки.
3. Особенности нефти как сырья процессов перегонки.
4. Новые направления использования горючих ископаемых
5. Характеристика отечественных установок АТ и АВТ. Совершенствование контактных устройств ректификационных колонн.
6. Совершенствование технологических схем атмосферной перегонки нефти.
7. Совершенствование технологии вакуумной и глубоковакуумной перегонки мазута.
8. Классификация химических процессов переработки нефтяного сырья. Характеристика нефтяных остатков.
9. Химизм газофазного термолиза нефтяного сырья.
10. Совершенствование установок замедленного коксования. Особенности технологии производства игольчатого кокса.
11. Процессы получения нефтяных пеков термokonденсацией остатков.
12. Новые процессы термоадсорбционной деасфальтизации и демеетализации нефтяных остатков.
13. Классификация каталитических процессов нефтепереработки по типу катализа. Сущность катализа. Требования к катализаторам.
14. Основные тенденции и современные проблемы производства высококачественных моторных топлив.
15. Современные гидрокаталитические процессы переработки нефтяных дистиллятов и остатков. Физико-химические основы. Совершенствование катализаторов.
16. Промышленные процессы гидрообессеривания дистиллятных фракций.
17. Процессы селективного гидрокрекинга (гидродепарафинизация дизтоплива и масел).
18. Технология производства фурановых смол. Исходные продукты. Производство смол и пластических масс на основе фурфурола.
19. Производство смол и пластических масс на основе фурфурола и ацетона.
20. Получение синтез газа (катализаторы). Продукты синтеза и их переработка.
21. Особенности нефтехимических процессов. Многообразие процессов получения одного и того же вещества.

**Список вопросов к экзамену**

1. Роль нефти и газа в современном мире. Современные мировые тенденции в добыче нефти и газа.
2. Современные представления о происхождении нефти и природного газа.
3. Неорганическая концепция происхождения нефти и газа. Теория о биогенном происхождении нефти.
4. Классификация нефти. Химическая классификация. Классификация нефти по: плотности, выходу светлых фракций, содержанию серы, смолисто-асфальтеновых

- веществ, твердых углеводородов. Классификация по массовому содержанию алканов, циклоалканов и аренов.
5. Технологическая классификация. Классификация по физико-химическим свойствам, степени подготовки, содержанию сероводорода и легких меркаптанов. Классы, типы, группы и виды нефти.
  6. Химический состав нефти. Углеводороды нефти. Алканы. Газообразные, жидкие и твердые алканы. Циклоалканы. Содержание в нефтях. Основные физические и химические свойства. Склонность низших алканов к образованию газовых гидратов. Превращения в процессах нефтепереработки.
  7. Ароматические углеводороды нефти. Основные физические и химические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре. Содержание ароматических углеводородов в нефтях и закономерности их распределения по фракциям нефти.
  8. Гетероатомные соединения нефти. Серосодержащие соединения. Общее содержание и формы нахождения серы в нефти. Меркаптаны. Диалкилсульфиды. Диалкилдисульфиды. Другие серосодержащие соединения нефти. Распределение серосодержащих соединений по фракциям при перегонке нефти.
  9. Связь количества серы с типом нефтей. Влияние серосодержащих соединений на свойства нефтяных топлив и процессы нефтепереработки. Гидрогенизационные процессы облагораживания нефтяных фракций.
  10. Азотсодержащие соединения. Азотистые соединения нефти. Распределение азотсодержащих соединений по фракциям при перегонке нефти. Влияние азотсодержащих соединений на свойства нефтяных топлив и процессы нефтепереработки.
  11. Кислородсодержащие соединения. Нефтяные кислоты и фенолы. Схема их выделения, содержание в нефти и нефтяных фракциях. Физико-химические свойства нефтяных кислот. Влияние кислородсодержащих соединений на свойства нефтепродуктов.
  12. Смолисто-асфальтеновые вещества в нефти. Состав смолисто-асфальтеновых веществ (САВ) нефти (асфальтены, смолы), их строение, свойства. Схема выделения САВ из нефти.
  13. Распределение асфальтенов в нефтях, а также по фракциям при перегонке нефти. Влияние САВ на процессы нефтепереработки и свойства нефтепродуктов.
  14. Минеральные компоненты нефти. Металлы, входящие в состав нефти. Формы их связи с органическими веществами: порфириновые комплексы ванадия и никеля; комплексы металлов с асфальтенами.
  15. Основные физические свойства нефти. Плотность. Вязкость и вязкостно-температурные свойства. Молекулярная масса.
  16. Температуры кипения нефтяных фракций. Температура кипения при нестандартных давлениях. Давление насыщенных паров. Температура вспышки. Температура самовоспламенения.
  17. Тепловые свойства нефти: теплоемкость, теплота испарения (парообразования), энтальпия (теплосодержание), теплота сгорания (теплотворная способность).
  18. Низкотемпературные свойства нефти: температура помутнения, температура застывания, температура начала кристаллизации.
  19. Оптические свойства нефти. Цвет. Коэффициент (показатель) преломления. Оптическая активность. Молекулярная рефракция. Дисперсия.
  20. Современные представления о строении нефтяных дисперсных систем. Поверхность раздела фаз и поверхностные явления в нефтяных дисперсных системах. Поверхностно-активные компоненты нефти, роль асфальтенов при образовании ассоциатов. Устойчивость нефтяных дисперсных систем.
  21. Водонефтяные дисперсионные системы. Водонефтяные эмульсии. Эмульгаторы нефти. Устойчивость водонефтяных эмульсий. Методы разрушения водонефтяных эмульсий. Механический и термохимический методы. Деэмульгаторы нефти.

22. Физико-химические методы исследования нефти. Определение элементного и фракционного состава. Общая методика анализа нефтей. Фракционный состав нефтей.
23. Атмосферная и вакуумная перегонка нефтей. Разделение нефтяных фракций методом жидкостно-адсорбционной хроматографии .
24. Современные методы анализа и идентификации химических веществ. Качественный и количественный анализ. Спектроскопические методы исследования (ЯМР-, ИК-, УФ-спектроскопия), хроматография, рефрактометрия.
25. Процессы переработки нефти. Схемы переработки
26. Термические процессы: пиролиз, термический крекинг, висбрекинг, получение технического углерода и битума.
27. Каталитические процессы: каталитический крекинг, каталитический гидрокрекинг, каталитический риформинг, каталитическая изомеризация пентан -гексановой фракции бензинов
28. Классификация товарных нефтепродуктов: моторные топлива, энергетические топлива, нефтяные масла, углеродные и вяжущие материалы, нефтехимическое сырье, нефтепродукты специального назначения. Основные критерии качества нефтепродуктов.
29. Бензины. Требования и показатели качества автомобильных бензинов. Основные технологические процессы производства бензинов. Углеводородный состав бензиновых фракций различных процессов переработки нефти. Типовой состав бензинов.
30. Дизельное топливо. Состав, требования к качеству и свойства дизельного топлива
31. Тяжелые нефтяные фракции. Нефтяные масла. Состав, получение, классификация, физико-эксплуатационные показатели качества. Гидрогенизационные процессы в технологии производства нефтяных масел. Гудрон.

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ОПК-3      готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире</p>		
Знать	<p>химический состав нефти; ее свойства, реакции, лежащие в основе процессов химической технологии топлива и углеродных материалов; состав и свойства сырья, катализаторов и получаемых продуктов химию и термодинамическое описание основных процессов переработки природных энергоносителей и получения целевых продуктов</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b>                      Гипотезы происхождения нефти;                      Компонентный состав нефти и других углеводородных систем природного и техногенного происхождения                      Кислородсодержащие соединения нефти. Влияние кислородсодержащих соединений нефти на свойства нефтепродуктов.                      Как влияют низкие температуры на нефтяное сырьё?                      Детонация. Октановое и цетановое число.                      Что такое относительная плотность нефти?                      Нефть как дисперсная система. Причины и источники образования частиц в нефти.                      Классификация нефтяных дисперсных систем на основе классических признаков дисперсного состояния: по степени дисперсности, агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды и характеру молекулярных взаимодействий на границе раздела фаз.                      Почему молекулярная масса нефти или нефтепродуктов – усреднённая величина?</p>
Уметь	<p>использовать знания о прочности связей в молекулах углеводородов различных классов, строений и гомологических рядов в установлении химизма и механизма химических реакций прогнозировать качество получаемых продуктов, объяснять особенности и закономерности процессов, выбирать</p>	<p>Задачи для самостоятельного решения:                      Перечислите основные физические свойства нефтяного сырья. По каким признакам можно отличить между собой нефти разных месторождений                      Напишите формулы неуглеводородных и углеводородных компонентов нефтяного газа                      Напишите формулы строения углеводородов, которые могут находиться в нефти и содержат 5 атомов углерода в молекуле.                      Из природного газа объемом 40 л (н.у.) получили хлорметан массой 30,3 г. Определите объемную долю метана в природном газе</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>наиболее благоприятные условия его протекания; выполнять необходимые расчеты;</p>	<p>определение плотности нефти в лабораторных условиях. Какие требования предъявляются к температуре определения? Вычислите среднюю молекулярную массу легких фракций растворенных в бензоле концентрацией 20%, если понижение температуры замерзания раствора равна 20, а криоскопическая константа для бензола <math>K_{кр} = 5,12</math>.</p>
Владеть	<p>навыками химико-технологических расчетов на основе знаний о кинетике, термодинамике и механизме химических реакций, лежащих в основе промышленных процессов переработки горючих ископаемых навыками проведения экспериментального исследования в области химии и химической технологии топлива;</p>	<p>Задание на решение задач из профессиональной области (домашнее индивидуальное задание) При крекинге нефти образуется этилен, который можно использовать для получения уксусной кислоты. Приведите уравнения соответствующих реакций. Основными процессами, протекающими при ароматизации нефти (каталитический риформинг), является дегидрирование наftenов и циклизация алканов с одновременным дегидрированием. Составьте схемы образования этими способами: а) бензола; б) толуола.</p>
ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения		
Знать	<p>назначение основных процессов переработки газового и нефтяного сырья, ГОСТы по методам исследования нефти и нефтепродуктов цель технологических процессов; химизм процессов; катализаторы и механизм их действия; основные технологические параметры процессов; принципиальные технологические схемы процессов;</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> Приведите уравнения реакций, необходимых для превращений: а) гексан <math>\rightarrow</math> бензол <math>\rightarrow</math> циклогексан Как связаны динамическая и кинематическая вязкости жидкости? Как зависит вязкость углеводорода от его молекулярной массы? Какой класс углеводородов нефти имеет наименьшую (наибольшую) вязкость? Можно ли представить химическими уравнениями процессы происходящие: а) при перегонке нефти; б) при крекинге нефти. Дайте обоснованный ответ. Чем отличается крекинг от пиролиза? Что такое каталитический риформинг? Методы разделения многокомпонентных нефтяных систем и исследования нефти и нефтепродуктов;</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства															
	физико-химические свойства нефти и ее поведение в процессах переработки.	Для каких технологических процессов необходимо знать значение средней молекулярной массы? Октановое и цетановое число. Их зависимость от строеуглеводородов. Методы определения															
Уметь	на основании теоретических предпосылок определять влияние технологических факторов на протекание процессов химической технологии топлива и углеродных материалов выбирать метод переработки выполнять расчеты ХТП переработки природных энергоносителей, составлять материальные и тепловые балансы обосновывать принятие конкретного технологического решения при разработке технологических процессов; проводить анализ различных вариантов технологического процесса, прогнозировать последствия; выбирать рациональную схему производства заданного продукта.	<p>Задачи для самостоятельного решения:</p> <p>Основными процессами, протекающими при ароматизации нефти (каталитический риформинг), является дегидрирование нафтенов и циклизация алканов с одновременным дегидрированием. Составьте схемы образования этими способами: а) бензола; б) толуола Для пропана рассчитайте плотность в г/л (н.у.) и плотность по воздуху (н.у.). Смесь состоит из 60 кг н-пентана, 40 кг н-гексана и 20 кг н-гептана. Определите среднюю молекулярную массу смеси и среднюю температуру ее кипения. При каталитическом крекинге масляной фракции получены продукты:</p> <table border="1" data-bbox="927 887 2163 1187"> <thead> <tr> <th></th> <th>Массовое содержание, %</th> <th>Молярная масса, кг/кмоль</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Газ</td> <td>11,2</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>Бензин</td> <td>32,7</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>Легкий газойль</td> <td>36,9</td> <td>218</td> </tr> <tr> <td>Тяжелый газойль</td> <td>19,2</td> <td>370</td> </tr> </tbody> </table> <p>Определить молярные доли компонентов.</p>		Массовое содержание, %	Молярная масса, кг/кмоль	Газ	11,2	32	Бензин	32,7	105	Легкий газойль	36,9	218	Тяжелый газойль	19,2	370
	Массовое содержание, %	Молярная масса, кг/кмоль															
Газ	11,2	32															
Бензин	32,7	105															
Легкий газойль	36,9	218															
Тяжелый газойль	19,2	370															
Владеть	навыками практических расчетов при исследовании реальных химических процессов переработки природных	Задание на решение задач из профессиональной области (домашнее индивидуальное задание) При дегидрировании бутана объемом 10 л выделилось 20 л водорода. Установите															

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>энергоносителей; методами оценки качественных показателей продуктов переработки нефти знаниями о процессах подготовки нефтяного сырья к дальнейшей переработке; знаниями о процессах термических и каталитических процессов переработки глубокой переработки нефтяного сырья химизмом и механизмом превращения углеводородов в процессах переработки нефтяного сырья навыками работы на лабораторных установках.</p>	<p>молекулярную формулу образовавшегося продукта. Объемы газов измерены при одинаковых условиях Провести оценку нефти с точки зрения ее классификации (ГОСТ Р 51858-2002) и переработки с получением нефтепродуктов, используя следующие данные: массовая доля серы, % - 1,9; плотность при 20°C, кг/м<sup>3</sup> – 873; массовая доля воды, %, не более – 0,5; концентрация хлористых солей, мг/дм<sup>3</sup>, не более – 150; содержание механических примесей, %, не более – 0,04; давление насыщенных паров, мм.рт.ст. – 405; массовая доля сероводорода, ppm, не более – 15; массовая доля метил- и этилмеркаптанов, ppm, не более – 74; выход фракции до 200<sup>0</sup>С -20%; выход фракции до 300<sup>0</sup>С -40%. Температурный интервал перегонки авиационных бензинов находится в пределах от 400С до 1800С. Назовите содержащиеся в них алканы исходя из температур кипения линейных изомеров Какая вязкость определяется экспериментально с помощью вискозиметров Оствальда или Пинкевича? Объясните физическую сущность метода газовой хроматографии.</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Химическая технология нефти и высокомолекулярных соединений» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

дается комплексная оценка предложенной ситуации;

демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;

последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;

умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

дается комплексная оценка предложенной ситуации;

демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности

выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;

затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций:

затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;

неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;

выполнение заданий при подсказке преподавателя;

затруднения в формулировке выводов.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла и ниже) - обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации:

-неправильная оценка предложенной ситуации;

-отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.